COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET Cie, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

193

TOME CENT QUATRE-VINGT-TREIZIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1931.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS et Cie, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1931

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUILLET 1931.

PRÉSIDENCE DE M. ROBERT BOURGEOIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion de la Fête Nationale la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 15 juillet au lieu du lundi 13.

M. **Émile Picard**, en déposant sur le Bureau ses *Leçons sur quelques applications analytiques de la Théorie des courbes et des surfaces algébriques*, s'exprime comme il suit :

J'ai déjà publié dans les *Cahiers scientifiques* de M. Julia trois volumes où se trouvent résumés les cours que j'ai faits à la Sorbonne à différentes époques. Dans ce nouveau volume, qui contient mon cours de 1930 et qui a été rédigé par M. Dieudonné, je traite de diverses questions se rattachant à la théorie des fonctions algébriques. Depuis quarante ans, j'ai traité plusieurs fois dans mon enseignement de la théorie des fonctions abéliennes, notamment du problème de l'inversion d'après Riemann. C'est ce que l'on

trouvera dans les premiers chapitres de ce volume, avec des questions connexes comme la relation nécessaires entre les périodes d'une fonction quadruplement périodique.

Je m'occupe ensuite de propositions se rapportant à mes travaux sur les courbes de genre supérieur à l'unité, pour lesquelles on rencontre des particularités remarquables qui ne se présentent pas pour les courbes des deux premiers genres, et je fais quelques applications à des équations différentielles d'un type simple. Ces questions ne sont pas sans rapports avec la théorie des fonctions fuchsiennes, et à ce point de vue on est conduit à l'étude d'une équation aux dérivées partielles du second ordre, familière aux géomètres qui se sont occupés des surfaces à courbure constante. En ce qui concerne la théorie des fonctions, une question intéressante est relative à l'intégration de cette équation sur une surface de Riemann fermée; un chapitre est réservé à ce problème.

Après quelques remarques sur les fonctions harmoniques, j'aborde la théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes, à laquelle est consacré le reste de ces Leçons. Les théorèmes fondamentaux relatifs aux intégrales de différentielles totales de première, seconde et troisième espèce relatives à une surface algébrique sont étudiés assez complètement, ainsi que la connexion linéaire. Je me place au même point de vue que dans toutes mes recherches sur les surfaces algébriques, les problèmes d'*Analysis situs* étant toujours ramenés à l'étude d'une certaine équation différentielle linéaire; c'est ainsi que le nombre des intégrales distinctes de différentielles totales de seconde espèce est exprimé par le nombre des polynomes satisfaisant à cette équation. J'ai été moins explicite, en ce qui concerne les intégrales doubles attachées à une surface. Je me suis seulement proposé ici d'indiquer les notions générales et la marche des démonstrations, avec des renvois très précis à ma *Théorie des fonctions algébriques de deux variables*, qui permettront facilement de rétablir les compléments nécessaires pour tout ce qui concerne les formules essentielles relatives aux intégrales doubles de seconde espèce et au nombre de leurs périodes.

Ce volume se termine par la reproduction de Mémoires parus antérieurement. Un d'eux est relatif à l'impossibilité de certains systèmes de groupes de points sur une surface algébrique; un autre donne des exemples de surfaces hyperfuchsiennes et de surfaces hyperabéliennes; un troisième traite de questions relatives à la connexion linéaire et aux surfaces adjointes d'une surface algébrique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Application de l'analyse quantitative spectrophotométrique de l'allantoïne au sang de quelques mammifères et à la graine de nombreux végétaux* (¹). Note de MM. **R. Fosse**, **A. Brunel** et **P.-E. Thomas**.

I. Dosage de l'allantoïne dans le sérum (bœuf, veau, cheval, mouton et porc) (²). — *Mode opératoire*. — Placer au bain d'eau, à 40°, en vases clos :

Sérum	5^{cm^3}
Eau	20^{cm^3}
Soja hispida	$0^g,25$
Cyanure de potassium	$0^g,015$
Sesquicarbonate d'ammonium	$0^g,05$
Chloroforme	5 gouttes

Après quinze heures de fermentation, traiter le liquide d'après les indications de notre précédente Note (¹), paragraphe 3.

Le tableau suivant montre que l'allantoïne contenue dans le sérum d'animaux tués à l'abattoir varie entre $10^{mg},7$ et $26^{mg},9$ par litre. Ces expériences seront reprises sur le sérum d'animaux vivants, normalement alimentés et d'âge connu :

	Volume initial.	Volume final.	θ_0.	θ.	δ_0.	δ.	Δ.	Allantoïne pour 1000cm³ de sérum.
	cm³	cm³						mg
Bœuf 1...	10	20	45°15	35°15	0,297	0,477	0,180	12,4
» 2...	–	–	39°	28°54	0,402	0,631	0,229	15,8
» 3...	–	–	39°	28°54	0,402	0,631	0,229	15,8
» 4...	–	–	44°15	36°5	0,304	0,460	0,156	10,7
» 5...	–	–	40°38	26°45	0,372	0,693	0,321	22,2
» 6...	–	–	42°22	27°55	0,343	0,655	0,312	21,6
Veau 1...	5	–	40°30	31°25	0,375	0,566	0,191	26,5
» 2...	10	–	49°	28°47	0,244	0,635	0,391	26,9
» 3...	–	–	44°30	30°13	0,308	0,596	0,288	19,8
» 4...	–	–	43°30	32°35	0,324	0,537	0,213	15,4
» 5...	–	–	46°	33°8	0,286	0,525	0,239	16,6
Cheval....	5	–	51°	44°12	0,219	0,313	0,094	12,8
Mouton...	–	–	50°	41°16	0,231	0,371	0,140	19,2
Porc 1...	–	–	47°	41°8	0,272	0,364	0,092	12,4
» 2...	10	–	50°	34°20	0,231	0,497	0,266	18,3
» 3...	–	–	44°	33°43	0,316	0,511	0,195	13,4

(¹) *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1615.

(²) Andrew Hunter a réussi à isoler l'allantoïne pure du sang de plusieurs mammifères avec un rendement de $7^{mg},8$ par litre pour le sérum de bœuf et de $5^{mg},7$ pour le sérum de porc (*Journal of Biol. Chem.*, 28, 1917, p. 369-374).

2. Dosage de l'allantoïne dans les graines ([1]). — *Mode opératoire.* — Placer au bain d'eau à 40° :

Graine finement broyée	1g
Eau	20cm³
Soja hispida	0g,2
Cyanure de potassium	0g,015
Sesqui carbonate d'ammonium	0g,05
Chloroforme	5 gouttes

Après une nuit de fermentation, introduire 5cm³ du liquide filtré dans un tube à centrifuger; déféquer par le tungstate de sodium à 10 pour 100 et l'acide sulfurique 2/3N; filtrer sur filtre sans plis dans une fiole jaugée de 20cm³; délayer dans 3 à 4cm³ d'acide chlorydrique N/100; ajouter une goutte de tungstate et d'acide sulfurique; centrifuger; filtrer; répéter deux fois le même traitement; compléter à 20cm³ avec HCl N/100; puis, suivre le mode opératoire déjà décrit ([2]).

Quand la teneur en allantoïne de la graine dépasse 0g,8 par kilogramme, une dilution plus forte devient nécessaire, le dosage spectrophotométrique ne pouvant être exécuté sur des liqueurs trop colorées.

Les recherches ont porté sur des graines de récolte récente ou très ancienne, aimablement mises à notre disposition par M. Henri Lecomte.

Cinquante individus ont été étudiés, de familles diverses :

Liliacées	Composées	Crucifères
Graminées	Urticacées	Légumineuses
Ombellifères	Polygonacées	Cucurbitacées
Solanacées	Chénopodiacées	

Noms.	Année.	θ_0.	θ.	δ_0.	δ.	Δ.	Allantoïne pour 1000g de grains.
			Liliacées.				
Allium porrum (Poireau)	1930	41°30	37°27	0,357	0,432	0,075	g 0,02
Allium cepa (Ail)	—	46°45	33°5	0,275	0,526	0,251	0,138

([1]) Découverte en 1881 par Schultze et Barbieri dans les végétaux (Erable, Platane), l'allantoïne a été depuis rencontrée dans quelques graines : Tabac (Scurti et Perciaboso); Datura (de Plato); Froment (Power et Salvay, Fosse, Brunel, De Graeve, Thomas et Sarazin); Orge, Maïs, Pois, Soja (*Comptes rendus*, 191, 1930, p. 1153).

([2]) *Loc. cit.*

Noms.	Année.	θ_0.	θ.	δ_0.	δ.	Δ.	Allantoïne p. 1000g de graine.
		Graminées.					
Zea mays (Maïs).............	1930	42°15	25°55	0,345	0,719	0,374	g 0,103
Triticum sativum (Blé).......	1927	38°	13°20	0,421	1,274	0,853	0,193
Triticum sativum (Blé de Pologne)......................	—	40°26	26°22	0,376	0,736	0,360	0,198
Hordeum vulgare (Orge Chevalier).....................	—	48°	18°25	0,250	0, 10	0,743	0,206
Hordeum vulgare (Escourgeon)......................	—	41°	32°37	0,366	0,537	0,171	0,117
Avena sativa (Avoine)........	—	50°	33°13	0,231	0,523	0,292	0,159
Sorghum vulgare (Sorgho du Soudan)...................	1930	47°	31°36	0,271	0,561	0,290	0,158
Oryza sativa (Riz d'Égypte)...	—	46°30	36°29	0,279	0,448	0,169	0,091
		Ombellifères.					
Carum petroselinum (Persil)..	1927	29°16	23°	0,621	0,816	0,195	0,053
Daucus carotta (Carotte).....	—	27°45	11°25	0,664	1,407	0,743	0,414
		Solanacées.					
Nicotiana tabacum (Tabac)...	1927	41°30	20°52	0,357	0,897	0,540	0,748
Lycopersicum esculentum (Tomate)..................	—	41°30	6°6	0,355	1,947	1,592	0,884
		Composées.					
Lactuca sativa (Laitue romaine).	1927	47°20	37°22	0,343	0,433	0,09	0,049
		Urticacées.					
Urtica dioïca (Ortie).........	1930	37°22	16°8	0,433	1,112	0,679	0,374
Cannabis sativa (Chanvre)....	—	48°30	29°51	0,251	0,606	0,355	0,195
		Polygonacées.					
Fagopyrum esculentum (Sarrazin).....................	1930	49°	37°5	0,244	0,439	0,195	0,054
		Chénopodiacées.					
Beta vulgaris (Betterave).....	1927	27°43	9°29	0,665	1,566	0,901	0,250
Spinacia oleracea (Épinard)..	—	40°10	18°5	0,381	1,016	0,635	0,880
		Crucifères.					
Brassica oleracea bullata (Chou de Milan)..................	1927	33°48	27°41	0,509	0,666	0,159	0,043

	Année.	θ_0.	θ.	δ_0.	δ.	Δ.	Allantoïne p. 1000g de graine.
Brassica napus (Navet).......	—	41°50	38°10	0,351	0,418	0,067	0,036
Sinapis nigra (Moutarde).....	—	37°40	28°35	0,428	0,640	0,212	0,058
Raphanus sativus (Radis).....	—	37°24	11°14	0,433	1,421	0,988	0,547
Lepidium sativum (Cresson)..	—	37°	26°54	0,441	0,689	0,248	0,136
Légumineuses.							
Soja hispida (Japon).........	1878	45°	40°39	0,301	0,372	0,071	0,039
Soja hispida.................	1927	46°	32°10	0,286	0,547	0,261	0,171
Soja hispida.................	1930	45°15′	28°40	0,297	0,638	0,341	0,188
Soja hispida (Mandchourie)...	1930	46°	33°49	0,286	0,532	0,246	0,135
Phaseolus lunatus (Pois des Cafres)...................	1878	48°	36°32	0,258	0,450	0,192	0,106
Phaseolus mungo............	1905	48°	19°45	0,258	0,942	0,684	1,79
Phaseolus vulgaris (Flageolet).	1914	48°	10°30	0,258	1,479	1,221	0,677
Phaseolus vulgaris (Princesse à rames).................	1930	48°	14°19	0,258	1,213	0,995	0,529
Phaseolus vulgaris (Mange-tout de Saint-Fiacre)...........	1927	48°	10°30	0,258	1,479	1,221	0,677
Dolichos sinensis (Bannette) (¹).	1930	50°	10°55	0,231	1,445	1,214	3,360
Pisum sativum (Prince Albert).	1927	44°	38°54	0,316	0,404	0,088	0,047
Cicer arietinum (Pois chiche).	1878	48°	40°6	0,258	0,382	0,124	0,068
Cicer arietinum (Pois chiche).	1927	48°	43°50	0,258	0,319	0,061	0,034
Faba vulgaris (Fève de Nouvelle-Zélande)...............	1887	48°	43°30	0,258	0,322	0,064	0,036
Faba vulgaris (Fève des marais).	1927	47°	42°27	0,272	0,556	0,064	0,036
Medicago sativa (Luzerne)....	1927	38°50	25°9	0,405	0,743	0,338	0,090
Melilotus officinalis (Mélilot).	1927	40°30	25°55	0,375	0,719	0,344	0,189
Lotus corniculatus (Lotier)...	1930	34°	18°33	0,316	0,995	0,579	0,321
Coronilla varia (Coronille)...	1927	40°35	36°54	0,373	0,441	0,068	0,037
Lupinus albus (Lupin blanc)..	1927	31°30	22°7	0,564	0,848	0,284	0,157
Lathyrus latifolius (Gesse)...	1927	38°15	11°52	0,416	1,374	0,958	0,532
Genista scoparia (Genêt).....	1927	45°15	37°44	0,297	0,426	0,129	0,070
Canavallia ensiformis (Haricot sabre des tropiques) (¹).....	1927	46°20	37°12	0,281	0,437	0,156	0,085
Cucurbitacées.							
Cucumis sativus (Concombre).	1927	41°40	35°24	0,355	0,474	0,119	0,065
Cucurbita maxima (Potiron).	1927	46°	36°18	0,286	0,455	0,169	0,094

(¹) D. Bois, *Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges*, Paris, 1927, p. 161 et 137.

3. Par leur teneur très variable en allantoïne, comprise entre $0^g,02$ et $3^g,3$ par kilogramme, les cinquante végétaux se répartissent en quatre catégories :

Allantoïne par kilogramme.	Nombre d'individus.
$0^g,02$ à $0^g,09$	20
0,1 à 0,41	20
0,5 à 0,88	8
1,7 à 3,3	2

Deux graines se distinguent nettement des autres par leur remarquable richesse en allantoïne : *Phaseolus mungo* ($1^g,7$) et *Dolichos sinensis* ($3^g,3$). Cet ureide est-il un principe constant des végétaux? Des expériences sont poursuivies pour répondre à cette question.

GÉOLOGIE. — *Existence de restes organiques et notamment d'Algues siphonées verticillées dans le système schisto-calcaire du Congo belge.* Note de M. L. Cayeux.

Malgré les recherches extrêmement actives des ingénieurs et géologues les formations sédimentaires les plus anciennes du Congo belge n'ont jamais fourni le moindre débris organique permettant de les dater et d'en fixer le milieu générateur en toute certitude. D'après MM. F. Delhaye et M. Sluys (¹) ces formations se résolvent, dans le Bas-Congo, en un système schisto-calcaire que surmonte un système schisto-gréseux, le tout superposé à un conglomérat d'origine supposée glaciaire.

Puissant d'un millier de mètres, poudingue non compris, le système schisto-calcaire renferme, entre autres dépôts, des calcaires de types variés, très intéressants à plusieurs titres. A deux niveaux différents [niveaux de la Luanza (C^3) et de la Lukunga (C^4) de MM. F. Delhaye et M. Sluys], il existe des calcaires oolithiques, particulièrement fréquents dans le second, où ils sont accompagnés de silex extrêmement abondants.

L'analyse de nombreux matériaux rapportés de ses multiples missions

---

(¹) F. Delhaye et M. Sluys, *Les calcaires du Bas-Congo*, 79 p., 5 pl., et 1 carte géol. (Extr. *Rev. gén. Col. Congo belge*, novembre 1920 et février 1921); *Esquisse géologique du Congo occidental. Étude du système schisto-calcaire* [*Ann. Soc. géol. Belgique, Publ. sp. relative au Congo belge* (années 1923-1924), 1929, p. 45-191, 9 pl.].

par M. F. Delhaye, et mis très obligeamment à ma disposition, sans donner aux questions posées par l'étude du système schisto-calcaire la solution attendue depuis longtemps, restreint et de beaucoup le champ des hypothèses à envisager. Il suffit de jeter un coup d'œil sur la belle carte, récemment publiée par M. Fourmarier, pour se rendre compte que cette solution intéresse tout un immense domaine du continent africain.

Parmi les calcaires d'aspect oolithique du niveau de la Lukunga (C^1), il en est qui sont complètement silicifiés et caractérisés par de belles oolithes se détachant en noir sur un fond de teinte gris clair. L'emploi du microscope permet de répartir ces roches silicifiées en deux groupes bien distincts, l'un comprenant des calcaires oolithiques proprement dits et l'autre des calcaires pseudoolithiques. Ces derniers sont formés de globules noirs, mesurant jusqu'à plusieurs millimètres de diamètre, confondus avec de grosses oolithes, qui ne sont pas autre chose que des portions remaniées d'un seul et même calcaire, converties en éléments d'apparence oolithique. Qu'ils soient oolithiques ou pseudoolithiques, ces calcaires sont entièrement quartzifiés et transformés en quartzites d'origine secondaire, c'est-à-dire en quartzolithes [L. Cayeux, *Les roches sédimentaires de France, Roches siliceuses* (*Mém. Carte Géol. France*, 1929, p. 689)].

C'est dans un pareil milieu, et uniquement dans les pseudoolithes, qu'on peut observer des structures organisées. Pour le moment, les formes déchiffrables ne figurent que dans un nombre très limité d'éléments. Les unes, qui représentent une minorité, échappent complètement au premier abord, tandis que les autres sollicitent immédiatement l'attention, autant par leur taille que par leur degré de fréquence.

A cette minorité correspondent de petits tubes cylindriques parfaitement conservés, exigus au point d'être inclus en entier dans l'épaisseur des préparations. On y reconnaît, avec toute la netteté désirable, l'existence de pores à section ovalaire, très régulièrement ordonnés par rangées transversales de six, les tubes les mieux conservés permettant de compter de six à neuf rangées distinctes. Les pores sont tellement grands, eu égard aux dimensions des cylindres et à la minceur de leurs parois, qu'il en résulte des édifices extrêmement délicats, comportant au total une très petite quantité de matière. Pour fixer les idées, notons qu'un tube mesurant $0^{mm},06$ de long n'a qu'un diamètre de $0^{mm},02$, inférieur à l'épaisseur des coupes minces.

La structure en question, très claire dans toutes ses parties, se rapporte, sans nul doute, à des *Algues siphonées verticillées*.

Le second groupe abonde dans certaines fausses oolithes qui en sont littéralement pétries. Tous ses représentants résultent de l'enroulement d'un petit tube cylindrique, non cloisonné, mesurant environ 0^{mm},02 de diamètre intérieur. De cet enroulement résultent des formes cylindriques très répandues et des formes subsphériques ou coniques, exceptionnelles par rapport aux premières. Quelques individus seulement laissent reconnaître le mode d'enroulement des tubes, qui est alors celui d'une spire, surbaissée au point qu'il donne à première vue l'impression d'être circulaire. Les autres sont insuffisamment dégagés de la gangue pour les définir sans risque d'erreur, mais on ne peut hésiter qu'entre le type d'enroulement précédent et un agencement circulaire. Des cylindres mesurent 0^{mm},24 de long et 0^{mm},16 de diamètre. L'ordre de grandeur reste le même dans toute la série observée.

Cette microstructure, comme d'ailleurs celle des Algues siphonées verticillées, ressort très distinctement du fait que toutes les parties pleines sont invariablement hyalines, alors que les vides sont mis en évidence par un pigment gris foncé, dont la distribution n'est nullement affectée par la cristallisation très large du fond quartzeux de la roche.

La question des affinités de ces organismes tubulaires ne comporte malheureusement pas de solution rigoureuse. Par voie d'éliminations successives, je les rapporte à des Algues, diagnostic qui a bien des chances d'être l'expression de la vérité.

Les organismes qui viennent d'être signalés ne sont pas les seuls en présence, mais rien ne fait supposer l'existence d'un groupe autre que celui des Algues. De sorte qu'en l'état des connaissances le système schisto-calcaire, aussi bien du Congo belge que du Congo français, est caractérisé par des Algues et rien que par des Algues. Peu importe que les types observés diffèrent beaucoup de part et d'autre, la question de l'âge absolu des dépôts se pose exactement de la même manière, et la solution envisagée pour le système schisto-calcaire du Congo français ([1]) s'applique à celui du Congo belge.

La découverte d'Algues siphonées verticillées dans le système schisto-calcaire du Congo belge, tout en attestant son origine marine, d'ailleurs démontrée par de multiples caractères pétrographiques, fait ressortir une remarquable similitude de conditions de milieu, réalisées sur d'immenses surfaces correspondant pour le moins à tout le Congo.

([1]) L. Cayeux, *Existence de deux groupes d'Algues à structure conservée dans le système schisto-calcaire du Congo français* (*C. R.*, **190**, 1930, p. 190).

La roche mère qui a fourni les matériaux des pseudoolithes reste à découvrir, si tant est qu'il en subsiste des témoins en place. L'histoire des phénomènes qui l'ont convertie, en tout ou partie, en pseudoolithes paraît revêtir une grande complexité, car certains éléments ont enregistré jusqu'à quatre remaniements successifs. C'est dire combien il serait intéressant de déterminer le milieu générateur des fausses oolithes.

CORRESPONDANCE.

Les Curateurs et le Sénat de l'Université d'Amsterdam invitent l'Académie à se faire représenter à la commémoration du troisième centenaire de l'*Atheneum illustre*, le 27 juin 1932.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *The* Academia sinica *and its National Research Institutes.*

2° Ministerio dell' Aeronautica. Aviazione civile e Traffico aereo. *Annali dell' Ufficio Presagi.* Volumes I, II, III.

3° *La naissance de la Terre et de ses satellites. Leur évolution cosmique*, par Émile Belot. (Présenté par M. E. Esclangon.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les valeurs des fonctions analytiques au voisinage de la frontière d'un domaine de régularité.* Note de M. **S. Stoïlow**.

1. Dans sa Thèse M. Iversen [1] a démontré que toute fonction $Z = f(z)$, méromorphe partout à distance finie, possède la propriété suivante : quel que soit le chemin (Γ) tracé dans le plan de Z, à partir d'une valeur quelconque Z_0 prise par $f(z)$ et aboutissant en un point quelconque Z_1 du plan, on peut faire le prolongement de l'élément (Z_0, z_0) de la fonction inverse

[1] Helsingfors (1914). M. Valiron a donné de cette proposition une démonstration très simple : *Comptes rendus*, 166, 1918, p. 382.

de $Z = f(z)$ le long d'un chemin aussi voisin qu'on le voudra de (Γ) et aboutissant en Z_1.

Des exemples simples (que l'on peut former avec la fonction modulaire ou d'autres fonctions analogues) montrent que la *classe* (I) de toutes les fonctions uniformes dans un domaine quelconque, qui satisfont à la propriété de M. Iversen (de façon que les valeurs obtenues par le prolongement de l'inverse ne sortent pas du domaine dans lequel on considère la fonction donnée), est beaucoup plus vaste que celle des fonctions méromorphes partout à distance finie. Le but de cette Note est d'indiquer quelques résultats généraux que l'on peut obtenir pour ces fonctions; résultats dont les démonstrations paraîtront dans un autre recueil.

2. Soit (δ) le domaine dans lequel $Z = f(z)$ est supposée uniforme, méromorphe et de la classe (I) Soit (σ) la frontière de (δ).

Les valeurs limites de $f(z)$ dans (δ) (que l'on obtient en considérant les suites de points z de (δ) dont la distance à (σ) tend vers zéro) forment un ensemble fermé (L).

Son complémentaire sur le plan (Z) est constitué par une suite de domaines (Δ_i), chacun formé par des valeurs prises le même nombre de fois (dépendant de i) par $f(z)$ dans (δ).

On peut d'abord démontrer la proposition suivante qui marque deux catégories bien distinctes de fonctions $f(z)$:

I. *Si $f(z)$ est dans (δ) de la classe* (I) *et méromorphe, seul l'un des deux cas suivants peut se présenter :*

1° *L'ensemble* (L) *couvre tout le plan* (Z) (y compris le point à l'infini).

2° *L'ensemble* (L) *est totalement discontinu.*

Dans le premier cas la fonction satisfait donc au théorème de Weierstrass sur le voisinage d'un point singulier essentiel isolé, *mais pour l'ensemble* (σ). On peut prendre, en particulier, pour (δ) tout le domaine d'existence de $f(z)$ (y compris les pôles) si cette fonction est uniforme et si elle est dans ce domaine de la classe (I). L'ensemble (σ) est alors celui des points singuliers non polaires.

Dans le second cas, il n'y a qu'un seul domaine (Δ_i); toute valeur non limite est prise le même nombre n de fois, les autres valeurs étant prises au plus n fois.

Le théorème de Picard trouve ici une extension dans la proposition suivante qu'il serait peut-être possible de préciser davantage :

II. *Dans le premier cas de la proposition* I, *les valeurs prises p fois au plus dans (δ) (p fini quelconque), forment un ensemble totalement discontinu.*

Enfin, si l'on distingue, parmi les valeurs limites, les valeurs *asymptotiques* qui s'obtiennent lorsque l'on tend, dans (δ), vers (σ) suivant un chemin quelconque [qui d'ailleurs peut ne tendre vers aucun point déterminé de (σ)], on peut établir cette troisième proposition (cf. : Iversen, *loc. cit.*) :

III. *Toute valeur prise, dans* (δ), *un nombre fini de fois dans le premier cas de la proposition* I, *ou prise un nombre de fois inférieur à* n *dans le deuxième cas, est une valeur asymptotique dans* (δ).

Un cas particulier assez étendu de fonctions appartenant à la classe (I) dans (δ) est constitué par les fonctions dont les valeurs asymptotiques dans ce domaine forment, dans le plan (Z), un ensemble ponctuel (ou vide).

3° Les démonstrations des résultats indiqués ici sont de nature purement topologique et font appel à des considérations que j'ai développées dans des publications antérieures. Il est donc loisible, en prenant certaines précautions, de remplacer le plan de z par une surface de Riemann et d'étendre ainsi les résultats à des fonctions non uniformes.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des suites de facteurs conservant la classe d'une série de Fourier et aussi même de certaines propriétés individuelles locales de la fonction correspondante*. Note de M. **M. Fekete**, présentée par M. Hadamard.

1. On sait que la condition nécessaire et suffisante pour qu'une suite $\{\lambda_n\}$ de facteurs transforme toute série de Fourier

$$(1)\qquad \frac{a_0}{2}+\sum_{n=1}^{\infty}(a_n\cos nx+b_n\sin nx),$$

appartenant à une fonction $f(x)$ de la classe $l_i(i=1, \ldots, 6)$ des fonctions : 1° intégrables L, 2° bornées, 3° intégrables R, 4° continues, 5° à variations bornées, 6° absolument continues, en une série de Fourier

$$(2)\qquad \frac{a_0\lambda_0}{2}+\sum_{n=1}^{\infty}\lambda_n(a_n\cos nx+b_n\sin nx),$$

appartenant à une fonction $f_{\{\lambda_n\}}(x)$ de la même classe (respectivement en la série conjuguée d'une telle série) est que

$$(3)\qquad \sum_{n=1}^{\infty}\frac{\lambda_n\sin nx}{n},$$

soit le développement de Fourier d'une fonction $l(x)$ à variation bornée (ou la série conjuguée d'une telle série) (cf. FEKETE, *Acta*, Szeged, 1, 1923, p. 148-166; BOCHNER, *ibid.*, 4, 1929, p. 125-129; ZYGMUND, *Bull. Ac. polon.*, 1927, p. 343-347).

2. On peut aussi chercher les conditions nécessaires et suffisantes pour que la suite $\{\lambda_n\}$ de facteurs, conservant la classe de la série (1), conserve aussi même la propriété individuelle d'un certain type de la fonction correspondante $f(x)$, en tout point ξ entre o et 2π où elle a lieu.

J'ai précédemment établi ([1]), à l'aide des résultats cités ci-dessus, que pour la classe l_3 des fonctions à variation bornée et considérant comme propriété individuelle locale la continuité ou la discontinuité de première espèce, les conditions cherchées sont que la fonction $l(x)$, appartenant à la série (3), soit une fonction à variation bornée partout continue, excepté le point $x = 0$ et les points homologues à celui-ci (mod 2π), où $l(x)$ offre une discontinuité de première espèce.

Je vais montrer que l'on peut établir facilement aussi les propriétés caractéristiques des facteurs $\{\lambda_n\}$ transformant toute série de Fourier (1) d'une fonction à variation bornée en la série de Fourier (2) d'une fonction à variation bornée, en sorte que *la dernière fonction ait une dérivée, présentant la continuité ou une discontinuité artificielle pour tout point ξ où $f(x)$ a une dérivée qui présente la continuité ou une discontinuité artificielle.*

Ces propriétés se manifestent de nouveau dans l'allure de la fonction (3). En effet il suffit de considérer la fonction spéciale

$$g(x) \sim \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin nx}{n},$$

[dont la transformée $g_{\{\lambda_n\}}(x)$ coïncide avec $l(x)$], pour voir que *les facteurs $\{\lambda_n\}$ satisfaisant aux postulats précédents, la fonction $l(x)$ est nécessairement une fonction à variation bornée, ayant une dérivée continue, excepté le point* o *et les points homologues à celui-ci* mod 2π, *où les limites de la dérivée à gauche et à droite coïncident.*

3. Réciproquement, *la fonction $l(x)$ présentant ces propriétés, la transformée $f_{\{\lambda_n\}}(x)$ présentera les propriétés désirées, si nous partons d'une fonction arbitraire $f(x)$ de la classe l_3*. En effet, écrivons la fonction $l(x)$ sous la forme

$$\psi(x) + \frac{D}{\pi} g(x).$$

([1]) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1486.

en désignant par D la différence $\lim\limits_{x=+0} l(x) - \lim\limits_{x=-0} l(x)$. Comme, d'après les hypothèses faites sur $l(x)$,

$$\psi(x) \sim \sum_{n=1}^{\infty} \left(\lambda_n - \frac{D}{\pi}\right) \frac{\sin nx}{n}$$

est une fonction à variation bornée, partout continue, ayant une dérivée partout continue, la transformée

$$f_{\left\{\lambda_n - \frac{D}{\pi}\right\}}(x) \sim \frac{a_0}{2}\left(\lambda_0 - \frac{D}{\pi}\right) + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\lambda_n - \frac{D}{\pi}\right)(a_n \cos nx + b_n \sin nx),$$

par la suite $\left\{\lambda_n - \frac{D}{\pi}\right\}$ de la fonction $f(x)$ à variation bornée, est elle-même une fonction à variation bornée, partout continue, *ayant une dérivée partout continue*, puisque la transformée de $f(x)$ par la suite $\left\{\frac{D}{\pi}\right\}$

$$f_{\left\{\frac{D}{\pi}\right\}}(x) \sim \frac{a_0 D}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{D}{\pi}(a_n \cos nx + b_n \sin nx) = \frac{D}{\pi} f(x)$$

offre les mêmes propriétés locales que $f(x)$. Le reste ressort de l'identité

$$f_{\{\lambda_n\}}(x) = f_{\left\{\lambda_n - \frac{D}{\pi}\right\}}(x) + f_{\left\{\frac{D}{\pi}\right\}}(x)$$

L'assertion concernant l'existence et la continuité de la dérivée du $f_{\left\{\lambda_n - \frac{D}{\pi}\right\}}(x)$ résulte de la formule

$$f_{\left\{\lambda_n - \frac{D}{\pi}\right\}}(x) = \psi'_{nb_n}(x) - \bar{\psi}'_{na_n}(x) \qquad \left[\bar{\psi}(x) \sim \sum_{n=1}^{\infty} \left(\lambda_n - \frac{D}{\pi}\right) \frac{\cos nx}{n}\right].$$

En effet, la fonction $f(x)$ appartenant à la classe l_2, la fonction

$$\rho(x) = \frac{f(x) - f(-x)}{2} \sim \sum \frac{nb_n \sin nx}{n},$$

respectivement

$$\sigma(x) = \frac{f(x) + f(-x)}{2} \sim \sum \frac{na_n \cos nx}{n},$$

remplira la condition suffisante citée pour que la transformée du développement de $\psi(x)$ par la suite $\{nb_n\}$, ou la transformée de la série conjuguée du développement mentionné par la suite $\{na_n\}$ soit la série de Fourier d'une fonction de la classe l_1 des fonctions partout continues.

Ainsi, la série $\sum \left(\lambda_n - \frac{D}{\pi}\right)(a_n \cos nx + b_n \sin nx)$ se déduisant, par l'inté-

gration terme à terme, de la série de Fourier d'une fonction $h(x)$ de la classe l_1, elle donne le développement de Fourier de la fonction partout continue $\int_0^x h(t)\,dt + \frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} h(t)\,dt\, g(x)$, ayant, pour $x \not\equiv 0 \pmod{2\pi}$, une dérivée continue; cependant cette dérivée [c'est-à-dire

$$h(x) - \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} h(t)\,dt]$$

convergeant vers la même limite lorsque x tend, à droite ou à gauche, vers le point O, la somme mentionnée aura, en vertu du théorème de la moyenne, une dérivée continue aussi pour $x \equiv 0 \pmod{2\pi}$.

4. On a des résultats correspondants dans le cas où les facteurs $\{\lambda_n\}$ conservent l'existence et la continuité ou la discontinuité artificielle de la dérivée d'ordre supérieur à un de la fonction représentée par (1).

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Appareil d'étude des phénomènes d'injection et de combustion dans les moteurs par l'ultra-cinématographe.* Note [1] de MM. **Laurent** et **Augustin Seguin** et **André Labarthe**, présentée par M. G. Kœnigs.

L'appareil présenté est un premier dispositif permettant l'étude du phénomène d'injection de combustible dans les moteurs Diesel.

Une combustion est obtenue dans les mêmes conditions de température et de pression que pour un moteur et, dans le cas d'un Diesel, on injecte le combustible à l'intérieur de la masse d'air comburante.

La cinématographie de toutes les phases du phénomène est réalisée pendant une seule opération. L'étude entreprise détermine les lois de l'injection dans l'air et, par l'emploi des gaz inertes, la pénétration des jets.

Ce dispositif complété par un deuxième appareil mesurant la force vive des jets et permettant de déterminer les dimensions des gouttelettes de combustible.

Une chambre à parois très résistantes, remplie d'air comprimé et chaud, est munie de deux hublots dont l'un est placé devant une lampe à néon spécialement étudiée par M. G. Claude. Un injecteur placé sur cette chambre est alimenté par une pompe à haute pression du modèle employé sur les moteurs Diesel. Ce dispositif est équipé avec le cinématographe ultra-rapide

---

[1] Séance du 6 juin 1931.

de L. et A. Seguin, utilisant le stroborama des mêmes auteurs, présenté il y a quelques années. La série des images correspondant à un train d'éclairs passant dans le tube est projetée par un objectif photographique sur un disque de film tournant à grande vitesse. Un dispositif d'éclateur tournant permet de charger, par un condensateur réservoir de 8 microfarads sous 8000 volts, un condensateur de $\frac{16}{100}$ de microfarad dans le circuit duquel est branché un tube à néon.

L'éclateur tournant est disposé de telle sorte que les pôles sont inversés après chaque éclair, de manière à utiliser aux bornes du tube une tension double de celle du condensateur réservoir, soit 16000 volts. Dans ces conditions le tube, dont la tension normale d'amorçage est de 1000 volts, absorbe au moment de chaque éclair la tension de 16000 volts qu'on lui impose; ce qui change complètement la nature du spectre de néon et l'enrichit en raies violettes, augmentant ainsi considérablement son pouvoir actinique. La durée de chaque éclair étant d'autre part de l'ordre du millionième de seconde, on peut ainsi prendre des enregistrements photographiques parfaitement nets des phénomènes les plus rapides.

Un éclair étant obtenu à chaque charge du condensateur auxiliaire par le condensateur réservoir, la fréquence des éclairs n'est limitée que par la durée de la charge qui est elle aussi du millionième de seconde. Cette fréquence est donc théoriquement limitée au million par seconde.

Le dispositif présenté permet d'obtenir des fréquences comprises entre 0 et 30000 par seconde. Si les charges sont effectuées au moyen d'un projectile lancé entre des plots d'éclateurs, les fréquences peuvent être considérablement augmentées et l'on peut dépasser 100000 à la seconde. Le nombre de photographies obtenues dépend du nombre de charges que le condensateur réservoir peut fournir au condensateur auxiliaire, c'est-à-dire du rapport des capacités de ces deux condensateurs. Normalement il est suffisant pour l'étude des phénomènes courants d'obtenir 20 à 30 images, on peut pousser ce nombre à 100.

L'appareil photographique est constitué par un disque de film tournant à grande vitesse et se déplaçant parfaitement aplani par la force centrifuge devant l'objectif. Un disque témoin possédant un secteur blanc tourne à la même vitesse que le film et peut être éclairé par la même décharge que le tube à néon. Au moyen de ce dispositif on peut régler la répartition des images sur tout le développement d'un cercle en agissant sur la vitesse d'un petit moteur.

Un bras tournant, calé sur l'arbre de la pompe, détermine le départ du

train d'étincelles au moment de l'injection : un contact placé sur le clapet de refoulement de la pompe assure ce départ au moment où la vitesse de la pompe est suffisante pour réaliser la première injection normale.

ACOUSTIQUE. — *Vitesse de propagation des ondes aériennes ultra-sonores.* Note de M. **Pan Tcheng Kao**, présentée par M. Ch. Fabry.

Il existe un désaccord sensible entre la vitesse calculée de la propagation du son et celles mesurées par différents expérimentateurs. Remarquons en passant que le côté mathématique du problème est encore à l'heure actuelle inextricable, si l'on veut s'affranchir des approximations acoustiques habituelles (¹). La divergence entre la théorie et l'expérience est donc attribuable à ce que les ondes aériennes expérimentées ne sont pas d'amplitudes infiniment petites; que leur condensation ne se fait peut-être pas d'une façon parfaitement adiabatique, etc. Si l'on ne saurait réaliser des ondes d'amplitude infiniment petite, on espère toutefois améliorer l'adiabadicité en augmentant la fréquence.

Pierce a indiqué en 1925 (²) une nouvelle méthode pour la détermination de la vitesse de propagation des ultra-sons basée sur l'emploi d'un oscillateur à quartz. La particularité de cette méthode réside dans la détection des ondes ultra-sonores : le même quartz sert simultanément à émettre et à recevoir ces ondes. Le principe est en apparence très simple, il suffit en effet de déplacer un réflecteur plan devant le quartz en vibration pour que les ondes réfléchies réagissent sur ce dernier, provoquant ainsi une fluctuation périodique du courant plaque de l'oscillateur. On admet que la longueur d'onde λ est égale à deux fois la distance de deux positions du réflecteur correspondant à deux maxima consécutifs du courant plaque, c'est-à-dire la période dans l'espace. Si l'on mesure en même temps la fréquence, on aura la vitesse par la formule classique $v = \lambda f$. Pierce a ainsi trouvé une certaine dispersion et, en particulier, un relèvement de vitesse aux environs de 42 kilocycles qui lui paraissait d'ailleurs douteux. Pielemeier signala le premier en 1929 (³), l'existence des maxima secondaires qu'il appela

(¹) Conférences de M. Marcel Brillouin sur les ondes aériennes faites à l'Institut H. Poincaré en juin 1931.

(²) G. W. Pierce, *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, 60, nº 5, 1925, p. 271.

(³) W. H. Pielemeier, *Physical Review*, 33, 1929, p. 1094, et 34, 1929, p. 1184.

bosses et trouva une vitesse de propagation nettement plus grande ainsi qu'une absorption anormale près du quartz. Reid entreprit [1], plus récemment, sous la direction de Pierce, des expériences de contrôle. Il confirma la dépendance de la vitesse avec la distance réflecteur-source, et indiqua [2] une valeur limite inférieure de $331^{m},63$ par seconde ($\pm$ 0,01 pour 100) entre les fréquences de 42 et 140 kilocycles.

Nous avons poursuivi pendant quatre ans, l'étude expérimentale de la vitesse de propagation des ultra-sons dans l'air par la même méthode de Pierce. Nous avons étudié avec soin non seulement les différentes causes perturbatrices, telles que la variation de la température, mais encore la zone troublée près du quartz, que nous avons observée dès le début de nos expériences, et également l'oscillateur à quartz lui-même. Il ne faut pas oublier, en effet, que nous nous faisons une idée de la propagation des ondes aériennes uniquement d'après les indications du courant plaque de l'oscillateur. Seule une meilleure compréhension des vibrations du quartz et du rôle joué par l'oscillateur, nous permettrait de distinguer parmi tout ce que nous rapporte le courant plaque, la part revenant à la propagation des ondes. A ce propos, je signalerai que nous avons mis en évidence une inversion des bosses et des maxima du courant plaque tout près du quartz ; ceci permettrait d'expliquer les anomalies citées plus haut. Quant à la vitesse de propagation, elle est de 331,85 m/sec. entre les fréquences de 40000 à 1000000, à $\pm \frac{1}{3000}$ près. Mais étant donné la grande complexité du phénomène utilisé, la prudence nous inciterait plutôt à abaisser la précision à $\frac{1}{1000}$.

Dans les limites de cette précision, l'expérience n'indique pas l'existence d'une dispersion appréciable.

MESURES ÉLECTRIQUES. — *Sur une méthode de mesure des intensités élevées en courant continu.* Note de M. **Ch. Dietsch**, présentée par M. Paul Janet.

La mesure des intensités en courant continu par le procédé usuel, qui consiste à déterminer la différence de potentiel entre deux points d'une

(1) C. D. Reid, *Physical Review*, 35, 1930, p. 814.
(2) C. D. Reid, *Physical Review*, 37, 1931, p. 1147.

résistance (shunt) parcourue par le courant, présente, lorsqu'il s'agit d'intensités élevées, de graves difficultés de réalisation. Le shunt, qui doit avoir une résistance faible, est constitué généralement par un certain nombre de conducteurs en parallèle; ces conducteurs ont des dimensions transversales qui ne sont pas négligeables devant leur longueur et il est presque impossible d'assurer entre eux une répartition uniforme du courant. Suivant la disposition des conducteurs amenant le courant au shunt, des différences de 1 à 2 pour 100 se manifestent dans l'évaluation des courants de plusieurs milliers d'ampères. Ce sont ces considérations qui nous ont amené à étudier une nouvelle méthode pour la mesure des grandes intensités en courant continu. Le principe de cette méthode est le suivant : les caractéristiques (rapport de transformation, déphasage) des transformateurs industriels servant aux mesures d'intensité des courants alternatifs sont fortement modifiées par toute modification de l'état magnétique du noyau.

Si, au cours d'une détermination des caractéristiques d'un transformateur en forme de tore, opération que divers montages permettent de réaliser par une méthode de zéro, après avoir réalisé les conditions d'équilibre, on fait circuler un courant continu assez intense dans un conducteur embroché sur le tore, on constate que l'équilibre est rompu et que le galvanomètre à courant alternatif utilisé prend une déviation.

Ceci est dû à l'aimantation provoquée dans le métal constituant le noyau magnétique par le champ circulaire créé par le courant continu circulant dans le conducteur traversant le tore.

Pour rétablir l'équilibre, c'est-à-dire pour ramener le galvanomètre au zéro, il est nécessaire de ramener le noyau dans son état primitif.

Si le métal constituant ce noyau n'avait pas d'hystérésis, on y arriverait facilement en envoyant dans un troisième enroulement, placé sur le transformateur et distinct des enroulements primaire et secondaire, un courant continu.

Pour un sens convenable et une valeur convenable le courant circulant dans cet enroulement produit un champ magnétisant égal et de sens contraire à celui qui est produit par le conducteur unique et, en désignant par I_1 l'intensité du courant circulant dans le conducteur unique, par n le nombre de spires du troisième enroulement, par I_2 le courant qui le traverse, l'équilibre serait rétabli lorsque la relation

$$I_1 = n I_2$$

serait vérifiée, relation qui permettrait de déterminer I_1 par la mesure de I_2 et la connaissance de n.

Pratiquement, par suite de l'hystérésis, lorsque la condition ci-dessus est réalisée, le noyau magnétique ne se trouve pas ramené à une aimantation nulle, mais conserve une aimantation résiduelle qui n'est autre que l'aimantation rémanente du cycle d'hystérésis ayant pour champ maximum celui qui est produit par le courant I_1.

L'action du courant alternatif d'amplitude constante utilisé pour la mesure et circulant dans les enroulements primaires et secondaires, qui donnent du reste un champ résultant très faible, diminuerait cette aimantation rémanente, mais sans la faire disparaître complètement. L'expérience montre d'autre part que, quelle que soit la valeur donnée au courant, il est absolument impossible d'annuler la déviation du galvanomètre de mesure. Ceci montre que, s'il est possible de donner au champ résultant produit par les deux enroulements parcourus par du courant continu une valeur telle que l'aimantation du noyau soit nulle, c'est-à-dire de rendre ce champ égal au champ coërcitif du cycle d'hystérésis, on ne ramène pas l'acier constituant le noyau dans le même état magnétique et que, même dans ce cas, les propriétés du transformateur restent modifiées. Pour ramener le noyau à son état primitif, il est nécessaire de le désaimanter complètement en le soumettant à des cycles d'hystérésis d'amplitude décroissante.

Le mode opératoire que nous avons employé est donc le suivant :

Le courant I_1 étant connu avec une approximation de quelques centièmes, il est facile de régler le courant dans le 3[e] enroulement de façon à ce que l'on ait approximativement $I_1 = nI_2$.

On provoque ensuite la désaimantation du noyau en faisant circuler dans l'enroulement secondaire un courant alternatif d'amplitude décroissante, puis on met en fonctionnement le dispositif de mesure. La condition $I_1 = nI_2$ n'étant pas en général exactement remplie, la déviation du galvanomètre n'est pas nulle, mais on constate qu'il est possible de l'annuler par un léger réglage du courant I_2.

La suite de désaimantations et de réglage successifs qu'on pourrait envisager n'est pas nécessaire.

L'expérience nous a montré que, moyennant quelques précautions sur lesquelles nous reviendrons dans une autre publication, il est possible de mesurer par ce procédé des intensités de l'ordre de plusieurs milliers d'ampères avec une précision de 2 à 3 millièmes.

TÉLÉGRAPHIE. — *Le secret des transmissions télégraphiques et radiotélégraphiques*. Note de M. **Édouard Belin**, présentée par M. G. Ferrié.

Le secret des transmissions télégraphiques et radiotélégraphiques peut être aisément garanti si l'on transmet les messages dans leur forme originale (Téléphotographie et Télautographie).

L'appareil destinataire enregistre une copie authentique de l'original, mais tout autre appareil, même identique, est dans l'impossibilité de recevoir un document compréhensible et cela sans qu'il soit cependant besoin ni de chiffrage avant la transmission, ni de déchiffrage après la réception.

Je considère deux cas :

1° *Machine à cryptographier.* — Ici trois opérations successives sont nécessaires :

A. Au départ et avant la transmission, la machine transforme l'original en un document brouillé illisible ;

B. La transmission de ce document brouillé s'effectue par des appareils télautographiques quelconques ;

C. A l'arrivée, le document reçu, brouillé comme celui de départ dont il est la copie, est mis sur une machine à cryptographier, identique mais fonctionnant en sens inverse. Après développement, on retrouve le document original.

2° *Crypto-Télégraphe.* — Avec cet appareil, qui peut aussi servir comme appareil télautographique ordinaire, une seule opération est nécessaire.

Le document original est placé sur l'appareil transmetteur, reçu sur l'appareil récepteur, en clair pour le destinataire et complètement brouillé pour tout tiers muni du même appareil.

Pour que le secret puisse être garanti, il est indispensable :

A. Qu'il n'y ait aucune émission de commande d'un appareil à l'autre ;

B. Qu'on ne puisse, par un procédé quelconque, déceler aucune périodicité dans la succession des fonctions mécaniques.

La transmission peut être faite soit par reliefs agissant sur un traducteur, soit à l'aide d'une encre conductrice, soit enfin par exploration photoélectrique. Quant à la réception, elle peut être soit photographique, soit électrochimique.

La transmission par reliefs et la réception électrochimique constituent l'ensemble le plus simple.

Les arbres moteurs des deux appareils sont parfaitement synchronisés par des diapasons à fréquence suffisamment élevée agissant sur des moteurs synchrones. Une méthode télé-stroboscopique permet de régler la fréquence du diapason d'un des postes sur celle du diapason de l'autre poste.

Cela posé, les cylindres transmetteur et récepteur ne sont pas commandés directement par l'axe moteur. Ce dernier est coupé et entraîne l'axe du cylindre par un embrayage très rapide et sans glissement.

L'arbre moteur porte un jeu de n disques décalables les uns par rapport aux autres et portant comme repères les dix chiffres. On peut donc grouper sur une même ligne n chiffres constituant le nombre conventionnel. Chaque disque porte une encoche dans laquelle tombe un levier dont le mouvement ferme le circuit de l'électro-aimant assurant l'embrayage. Un distributeur à n plots met successivement en circuit chacun des n leviers.

Il en résulte que : 1° Les temps séparant deux embrayages successifs variant entre eux comme les chiffres correspondants, les cylindres s'arrêtent, entre deux tours successifs, pendant des temps également variables;

2° Si les jeux de disques (anticapteurs) des deux postes sont réglés sur les mêmes nombres et *démarrent en même temps*, les deux cylindres ont le même régime de marche et le document est reçu en clair.

3° Mais si les deux anticapteurs sont réglés sur des nombres différents, les mouvements d'un cylindre sont désordonnés par rapport à ceux de l'autre et les points constitutifs des lettres, au lieu d'être jointifs, sont disséminés tandis qu'entre eux viennent se jeter les points constitutifs des autres lettres.

Le document reçu est alors indéchiffrable. Cependant un observateur très attentif pourrait relever soit au téléphone, soit par un moyen optique, les temps d'émission, très reconnaissables et les temps d'arrêt, caractérisés par le silence. Pour obvier à cet inconvénient, un petit cylindre accessoire porte une bande de papier écrite, de préférence de la main de l'expéditeur du document original. Ce texte supplémentaire est traduit en permanence, mais il n'est transmis, grâce à un dispositif automatique simple, que pendant les arrêts du cylindre transmetteur.

Ainsi : Le véritable destinataire n'enregistre pas ces signaux parasites, qu'il ne reçoit que pendant ses arrêts.

L'appareil espion enregistre au contraire des parasites qui ne peuvent que troubler davantage encore sa réception.

L'observateur espion entend ou voit des émissions sans aucune interruption.

Pour éviter que le document puisse être reconstitué : A, ou bien par l'enregistrement des tours successifs sur une bande sans fin qui serait ensuite coupée en morceaux égaux dont la longueur serait égale à la circonférence des cylindres et qui seraient glissés les uns sur les autres jusqu'à juxtaposition de tous les points constitutifs des lettres ; B, ou bien par l'emploi de n appareils récepteurs n'enregistrant chacun que les tours de même ordre, les deux cylindres sont animés d'une vitesse variable telle que la variation de vitesse, toujours modifiable, s'étale à volonté sur un ou plusieurs tours ou fractions de tours sans que l'origine de ces variations coïncide obligatoirement avec le début d'une rotation.

Pour cela un excellent moyen consiste à caler entre l'arbre moteur, d'une part, et la portion d'arbre entraînant l'anticapteur et la première partie de l'embrayage, d'autre part, deux roues dentées excentrées agissant toutes deux sur une même roue dentée intermédiaire folle. Cette dernière roue est maintenue par deux bielles montées, sur les deux arbres, à l'aide de plateaux excentrés comme les deux premières roues dentées et orientés comme elles (dispositif Lange et Constant).

Les deux roues portent des repères et peuvent être calées, sur leurs arbres respectifs, dans des positions réglées également par une convention.

Enfin une convention de signaux, qui peuvent sans inconvénient être perçus par un espion, assure la simultanéité indispensable de démarrage des deux postes.

Le fonctionnement de l'appareil ne saurait être déréglé par des parasites ou toute perturbation sur la ligne puisque chaque poste est rigoureusement indépendant. La transmission de l'écriture autographique présente d'ailleurs vis-à-vis des parasites un avantage considérable sur toute autre méthode puisque, même dans le cas de brouillage assez intense, le document reste lisible sans erreur possible.

PHYSIQUE. — *Influence des ondes électromagnétiques sur la résistivité et la dureté des métaux et alliages*. Note [1] de M. G. **Mahoux**, présentée par M. Léon Guillet.

J'ai signalé [2] l'action des ondes électromagnétiques sur la structure de certains produits métallurgiques et sur certaines réactions auxquelles sont soumis ces produits.

---

(1) Séance du 29 juin 1931.

(2) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 1328.

J'ai cherché si cette action n'était point accompagnée de variation de la résistivité des métaux et alliages. A cet effet j'ai procédé, à la température ambiante, à des séries d'expériences les unes à l'air libre, les autres en cage de Faraday. J'ai utilisé des barreaux ronds ayant un diamètre de 15^{mm} et une longueur de 300^{mm}.

Après avoir mesuré leur résistivité, deux barreaux de même matière étaient montés, l'un fortement appuyé sur la plaque soumise à l'action des oscillations électromagnétiques, l'autre parallèle, à 10^{cm} de la plaque supportée par du caoutchouc.

Les oscillations sont engendrées par un oscillateur à constantes de temps sur une longueur d'onde de 44^{m}, et la puissance du courant plaque est de 300 watts sous une tension de 3000 volts.

On note les phénomènes suivants :

Le barreau soumis à l'action directe des oscillations accuse une diminution de résistivité en fonction du temps; l'autre barreau indique un abaissement bien moindre de la résistivité dans les mêmes conditions.

Après deux heures d'essai environ, on note une chute brusque de la résistivité suivie d'une augmentation de cette résistivité, augmentation, qui, cependant, n'atteint pas la valeur initiale.

Ce phénomène se renouvelle à peu près toutes les deux heures.

A la fin de l'expérience (d'une durée de 10 heures), on constate que le passage dans le champ oscillant a diminué la résistivité.

Voici quelques-uns des résultats que nous avons obtenus :

1° *Acier nickel-chrome-molybdène.*

C = 0,35. Ni = 3, Cr = 3, Mo = 1.

Résistivité (en ohm).

	Barreau soumis directement à l'action du champ.	Barreau placé dans le voisinage.
Avant l'essai........	0,000768	0,000728
Après l'essai........	0,000686	0,000691

2° *Alliage d'aluminium.*

Cu = 3,52, Fe = 0,56, Mn = 0,30, Zn = 0,88, Mg = 0,81, Si = 0,22.

Al par différence.

Résistivité (en ohm).

	Barreau en contact avec la plaque.	Barreau placé au voisinage.
Avant l'essai........	0,000402	0,000402
Après l'essai........	0,000365	0,000374

3° *Fonte mécanique.*

Carbone = 3,10, graphite = 2,29, Mn = 0,66, Si = 1,40,

fer par différence.

	Résistivité (en ohm). Barreau en contact avec la plaque.	placé au voisinage.
Avant l'essai	0,00271	0,00270
Après l'essai	0,00217	0,00249

4° *Acier spécial.*

C = 0,031, Cr = 1,98, Mn = 0,35, Ni = 8, Mo = 0,25,
Si = 2,5, Tu = 4, Ph = 0,01, S = 0,025.

	Résistivité (en ohm). Barreau en contact avec la plaque.	placé au voisinage.
Avant l'essai	0,00168	0,00162
Après l'essai	0,00158	0,00158

Quelques remarques importantes doivent être présentées :

Les barreaux utilisés étaient préalablement polis. Avant l'essai, leur couleur était uniforme; deux heures après le début de l'essai, on note des anneaux colorés, les uns clairs, les autres foncés, cela alternativement.

Ceci semble indiquer l'existence de nœuds et de ventres dans les barreaux durant l'essai. J'ai procédé à des essais de dureté par la méthode Vickers en ces différents points.

J'ai noté avec l'acier :

1° Un accroissement général de la dureté dans l'ensemble de l'éprouvette;

2° Des variations de dureté correspondant aux anneaux avec minimum de dureté, en nombre Brinell, 444; des maxima correspondant à 477.

Avant l'essai la dureté correspondait à un nombre Brinell, 429.

Avec l'alliage d'aluminium, j'ai remarqué un phénomène analogue de dureté avant l'essai, correspondant à un chiffre Brinell, 112; après essai, on a 126 min. et 133 max.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres d'absorption comparés de sels complexes de chrome et de cobalt trivalents.* Note de Mme **M. Châtelet-Lavollay**, présentée par M. G. Urbain.

La plupart des complexes amminés de cobalt et de chrome trivalents présentent une bande d'absorption dans le proche ultraviolet.

La présente Note concerne l'étude de cette bande par une méthode de photométrie photographique, pour les corps mentionnés plus loin.

Le tableau ci-dessous donne pour chacun d'eux, d'une part la position du maximum de bande en nombres d'ondes par millimètre, et, d'autre part, entre parenthèses, la valeur du coefficient d'absorption k correspondant à ce maximum, calculé d'après la formule

$$I = I_0 . 10^{-kcx},$$

c et x étant respectivement la concentration de la solution en grammes par litre et l'épaisseur de solution.

	Cobalt.	Chrome.	Δ.
Lutéo	2950 (0,0265)	2830 (0,0167)	120
Roséo	2895 (0,0193)	2774 (0,018)	121
Purpuréo	2774 (0,0126)	2652 (0,0185)	122
Xantho normal	3080 (0,85)		
Xantho iso	2860 (0,101)	2740 (0,0313)	120

On voit sur ce tableau (valeurs de Δ) qu'il existe entre les positions des maxima d'absorption des composés lutéo, roséo et purpuréo correspondants de chrome et de cobalt une différence constante égale à 120 nombres d'ondes.

D'autre part, alors qu'on connaît pour le cobalt deux formes isomériques de l'ion cobalti-nitro pentammine désigné couramment sous les noms de xantho et isoxantho, on n'a signalé pour le chrome qu'un seul composé connu sous le nom de xantho. D'après le tableau ci-dessus, on voit que la différence de 120 nombres d'ondes est respectée non pas entre le chlorure de cobalti-nitro pentammine et le composé de chrome mais entre celui-ci et le chlorure de cobalti isonitro pentammine. Il y a donc lieu de penser que le complexe de chrome doit s'écrire

$$[Cr(NH^3)^5 ONO]Cl^2$$

et s'appeler chlorure d'isoxantho chromammine.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les phénomènes de dilatation présentés par certains dépôts électrolytiques de métaux.* Note de MM. C. **Marie** et N. **Thon**, présentée par M. G. Urbain.

Plusieurs auteurs [1] ont mis en évidence les tensions qui existent dans les dépôts métalliques obtenus par électrolyse et constaté ainsi des *contractions* qui sont particulièrement manifestes pour les métaux du groupe du fer.

Étant donné l'importance pratique et théorique de ces phénomènes, nous avons repris leur étude par une méthode nouvelle particulièrement sensible. Cette méthode nous a permis de voir que, dans certains cas, ces tensions correspondent non pas à des contractions mais à des *dilatations* dues à un accroissement de la surface du dépôt par rapport à la surface du métal sous-jacent.

La méthode expérimentale sera décrite ailleurs. Elle est basée sur l'examen direct des déformations subies par une cathode mince et flexible dont une face est recouverte d'un enduit isolant. Les expériences préliminaires faites sur les dépôts de nickel nous ont permis non seulement de retrouver les fortes contractions observées par Kohlschütter, mais aussi de constater que la méthode donnait des résultats beaucoup plus constants et possédait une sensibilité beaucoup plus grande qui peut être d'ailleurs augmentée encore.

Nous examinerons ci-dessous brièvement les faits observés. Les cathodes employées étaient polies (en général) et dégraissées électrolytiquement.

Cuivre. — I. (Solutions de $CuSO^4, 5H^2O$ à 200g par litre. — Densité de courant : 1,1 amp. par décimètre carré).

a. Solution neutre. On constate des dilatations sur les cathodes en Pt (brillant), Au, Ag et Cu. Sur le platine le phénomène reste le même si la cathode a été traitée à l'acide nitrique ou chauffée dans une flamme. Sur le platine *mat* on observe au contraire une contraction.

b. Solution à 1 pour 100 de SO^4H^2. Sur Pt et Cu on observe des contractions. Sur Ag et Au (et seulement sur ces métaux) on obtient souvent des dilatations qui dans certaines expériences se transforment finalement en contractions après plus ou moins de temps.

---

(1) Mills, *Proc. Roy. Soc.*, 26, 1877, p. 509. — Bouty, *Comptes rendus*, 88, 1879, p. 714 et 92, 1881, p. 868; *J. Phys.*, 8, 1879, p. 289. — Kohlschütter (et collaborateurs), *Zeit. Elektrochem.*, **24**, 1918, p. 300; *Helv. Chim. Acta*, 3, 1920, p. 584 et 614; 5, 1922, p. 490 et 593.

c. Dans les solutions contenant 2 pour 100 ou 3 pour 100 de SO^4H^2 on obtient dans tous les cas des contractions.

II. Dans les solutions de chlorure cuivreux en présence de NaCl (1 mol-gr. CuCl et 4.5 mol-gr. NaCl par litre) et de HCl on obtient toujours des dilatations.

Pour obtenir des résultats réguliers des précautions particulières sont nécessaires. L'anode (Cu) doit être constituée par un dépôt de cuivre fraîchement préparé; il en est de même pour la solution qui doit être renouvelée à chaque expérience. L'âge de la solution influence en effet le phénomène et peut même en changer le sens ainsi que l'ont montré en particulier certaines expériences faites avec des cathodes d'Au et d'Ag dans des solutions acides de SO^4Cu ayant subi déjà un certain nombre d'électrolyses.

Cette inversion semble être liée à la formation de sels cuivreux. Il suffit, en effet, d'ajouter à la solution de SO^4Cu acide une trace d'hydroxylamine pour obtenir le même résultat.

Les phénomènes observés sont dus à la formation du dépôt métallique. En l'absence de courant les lames présentent en effet un mouvement initial de durée limitée et de faible amplitude, dont il convient d'attendre la fin. De plus la fermeture du courant produit parfois une déformation brusque qui peut être probablement rattachée aux manifestations d'électro-capillarité décrites par Gouy [1]. Cette déformation est irrégulière et très rapide alors que le phénomène principal progresse régulièrement pendant toute la durée des observations qui ont été prolongées au moins pendant 30-40 minutes et parfois pendant une heure.

Les solutions de *zinc* (chlorure, sulfate et cyanure) donnent toujours des *dilatations*.

L'hydrogène qui apparaît ne peut être mis en cause. Le dégagement d'hydrogène seul imprime à la lame des mouvements beaucoup plus faibles et souvent de sens opposé à ceux obtenus lors du dépôt du métal.

Les résultats obtenus montrent dans les dépôts métalliques une tendance générale à se contracter ou à se dilater. Le sens et la grandeur des tensions varient avec tous les facteurs en présence (nature de la solution, acidité, nature de la cathode, état de la surface, etc.). Ces phénomènes interviennent certainement dans la pratique au point de vue de l'adhérence des dépôts et de leurs défectuosités. Les contractions provoquent les déchirures, le pelage. Il est probable que les dilatations doivent être la cause des soulèvements (cloques) observés dans d'autres cas.

---

(1) Gouy, *Comptes rendus*, 96, 1883, p. 1495.

RADIOACTIVITÉ. — *Spectre magnétique des rayons α du dépôt actif de l'actinon.* Note de Mme **P. Curie** et M. **S. Rosenblum.**

Pour aucun corps de la famille de l'actinium, la déviation magnétique des rayons α n'a fait jusqu'ici l'objet d'une détermination directe; la vitesse de divers groupes de ces rayons a été déduite de leur parcours. Au dépôt actif de l'actinon, après extinction de l'actinium A, on attribue un groupe principal de rayons α émis par AcC, de parcours $5^{cm},51$, et un groupe beaucoup plus faible émis par AcC', de parcours $6^{cm},5$ (les parcours étant rapportés à l'air à 15° sous pression normale). D'après la forme de la courbe d'ionisation obtenue par Mlle Blanquies, on pouvait envisager une structure complexe du groupe principal (1). Cette supposition a été récemment confirmée par Rutherford à l'aide d'une méthode d'ionisation différentielle très sensible qui a permis de déceler deux parcours distincts, de $5^{cm},51$ et $5^{cm},09$. Il était à prévoir que la séparation de ces deux groupes dans un champ magnétique pourrait être faite à l'aide du grand électro-aimant de l'Académie des Sciences à Bellevue, à condition de disposer d'une source de rayons d'intensité suffisante.

Nous avons pu obtenir une telle source, grâce aux travaux sur l'actinium qui ont été accomplis dans les dernières années au Laboratoire Curie et dont un exposé succinct a été donné dans une publication précédente de l'un de nous (2). Le fractionnement des oxalates des terres cériques (principalement lanthane) en solution nitrique conduit à une concentration croissante de l'actinium dans les portions les plus solubles, l'enrichissement n'étant limité que par la quantité de matière disponible.

Pour les premiers essais, on a utilisé 16^g d'oxydes actinifères, dont on a extrait d'abord RaAc, puis AcX. Les produits, ainsi obtenus dans un faible poids de matière, dégageaient l'actinon en quantité suffisante pour préparer une source donnant la raie principale du spectre magnétique de AcC, par la méthode de déviation directe, sans indication de structure complexe.

Pour obtenir un effet plus intense, il était nécessaire d'opérer sur une matière initiale plus concentrée. Celle-ci a été obtenue par un fractionnement exécuté sur 23^g d'oxydes ayant une activité totale de 168 unités arbitraires. Par cinq opérations de fractionnement à l'état d'oxalates, on a

(1) Mlle Blanquies, *Le Radium*, 7, 1910, p. 159.

(2) Mme P. Curie, *J. Chimie physique*, 27, 1930, p. 1.

séparé de cette matière environ $1^g,1$ d'oxyde contenant une activité totale de 116 unités (rendement environ 70 pour 100); cet oxyde contient 20 p. 100 de plus d'actinium que celui du premier essai, dans une quantité de lanthane environ 20 fois plus petite. La quantité d'actinium déduite d'après la méthode en usage au laboratoire est $0^{mg},3$, en équilibre dans un minerai avec 800^{mg} de Ra [1], et correspond à un courant d'environ 40000 ES pour l'absorption complète dans l'air des rayons α de AcC.

De cette matière on a séparé AcX en précipitant deux fois de suite le lanthane en solution nitrique presque neutre, par une solution de AzH^3 fraîchement distillée avec élimination soigneuse de CO^2. Dans la solution ammoniacale réduite à petit volume, on a entraîné AcX dans une précipitation par $(AzH^4)^2CO^3$ avec très peu de lanthane ajouté ($0^g,05$ d'oxyde). L'opération n'ayant donné qu'un entraînement partiel bien qu'on l'ait répétée deux fois, on a eu recours à un dernier entraînement avec l'hydrate ferrique (après addition de $0^g,2$ de sulfate ferreux ammoniacal). Les carbonates ont été transformés en fluorures afin de donner un meilleur dégagement d'actinon; l'hydrate ferrique donnait un dégagement satisfaisant. Les deux produits ont été simultanément utilisés pour l'activation dans une cuvette de laiton à deux compartiments convenablement disposés. Sur la cuvette on posait un couvercle isolant dans lequel était adaptée la pièce en or qui recueillait le dépôt actif. La surface à activer avait les dimensions $2^{cm} \times 0^{cm},01$; entre la pièce à activer (cathode) et la cuvette (anode), on établissait une différence de potentiel de 1000 volts.

Les expériences à Bellevue ont été commencées quatre jours après la séparation de AcX, qui a eu lieu le 15 juin et ont donné aussitôt de très bons résultats; le 23 juin on a pu faire une mesure de l'activité des sources, à l'aide d'un électroscope étalonné au laboratoire Curie et transporté à Bellevue. La quantité de dépôt actif recueillie correspondait à 7000 ES pour le courant d'ionisation produit dans l'air par absorption complète des rayons α de AcC. Tenant compte de la destruction de AcX pendant 8 jours, le rendement sur l'électrode a été voisin de 30 pour 100.

La prise de cliché a eu lieu avec un dispositif précédemment décrit [2] et une intensité de champ d'environ 24000 gauss (pièces polaires de 75^{cm} de

---

(1) M. Nahmias, *Journ. Chimie Physique*, 26, 1929, p. 319. Les quantités en poids ne sont pas données avec précision car elles dépendent de constantes encore imparfaitement connues.

(2) S. Rosemblum, *Journal de Physique et le Radium*, 1, 1930, p. 438-444.

diamètre, entrefer 6^{cm}). Sur les clichés, on aperçoit trois raies dont deux intenses α et α_1 et une faible α_2. Attribuant à AcC la raie la plus intense α, et à AcC′ la raie la plus faible α_2, on trouve pour les rapports de vitesse

$$V\alpha_1/V\alpha = 0,973 \qquad V\alpha_2/V\alpha = 1,062.$$

La différence énergétique $\alpha - \alpha_1$ correspond à 352 *e*KV; un groupe de rayons γ de cette énergie est attribué à AcC″ (1).

Des expériences faites avec des durées de pose différentes ont montré que, si le spectre magnétique des rayons α du dépôt actif de l'Ac comprend encore d'autres lignes, l'intensité ne dépasse pas probablement 1/5000 du groupe principal.

Les clichés obtenus seront reproduits dans une autre publication.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Trempe et vieillissement des aciers extra-doux.* Note (2) de M. **A. Bates**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Masing (3) et Seigle (4) ont montré que la résistance à la traction d'un acier extra-doux augmente avec le temps après trempe de l'acier dans de l'eau à des températures élevées. J'ai étudié la question du vieillissement de ces aciers et j'ai trouvé une relation intéressante entre le diagramme d'équilibre fer-carbone et les modifications des propriétés mécaniques provoquées par ce vieillissement. Mes expériences ont porté sur des aciers Thomas à 0,026 pour 100 de carbone (voir les figures 1 et 2). Les mesures de la limite élastique et de la dureté ont donné des courbes analogues à celles de la figure 1. Dans les graphiques les courbes A représentent la résistance et la ductilité de l'acier quand il a subi l'épreuve de traction immédiatement après trempe. Les courbes B indiquent les résultats obtenus 30 jours après la trempe, la température restant au voisinage de 12° pendant ce temps.

Les formes de ces courbes s'expliquent à l'aide des données récentes du diagramme d'équilibre fer-carbone qui ont introduit deux nouvelles lignes, indiquant une solubilité limitée de la cémentite (Fe^3C) dans la ferrite α.

---

(1) L. Meitner, *Zeitschrift für Physik*, 34, 1925, p. 807-818.
(2) Séance du 29 juin 1931.
(3) Masing, *Arch. Eisenhüttenwesen*, n° 2, 1928-1929, p. 185.
(4) Seigle, *Le Génie civil*, 97, 1930, p. 254.

Puisque la solubilité atteint un maximum à 700° (à une teneur en carbone de 0,03 pour 100), la trempe à cette température occasionne la plus grande sursaturation possible de Fe^3C dans la ferrite α. Ce carbone se précipite

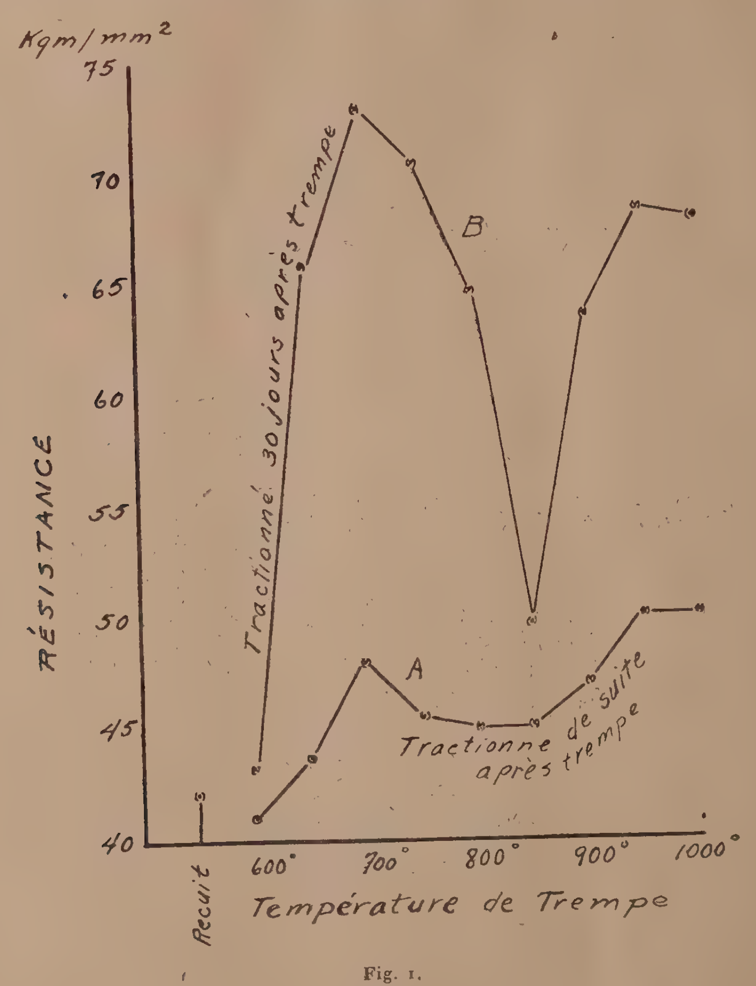


Fig. 1.

sous forme de particules ultramicroscopiques, quand l'acier est vieilli à des températures au-dessous de 100°. Au contraire, un vieillissement entre 100° et 300° produit dans la ferrite α une précipitation nettement visible à un grossissement de 1000 diamètres. Le durcissement de l'acier est une fonction de la grosseur des particules précipitées et est maximum

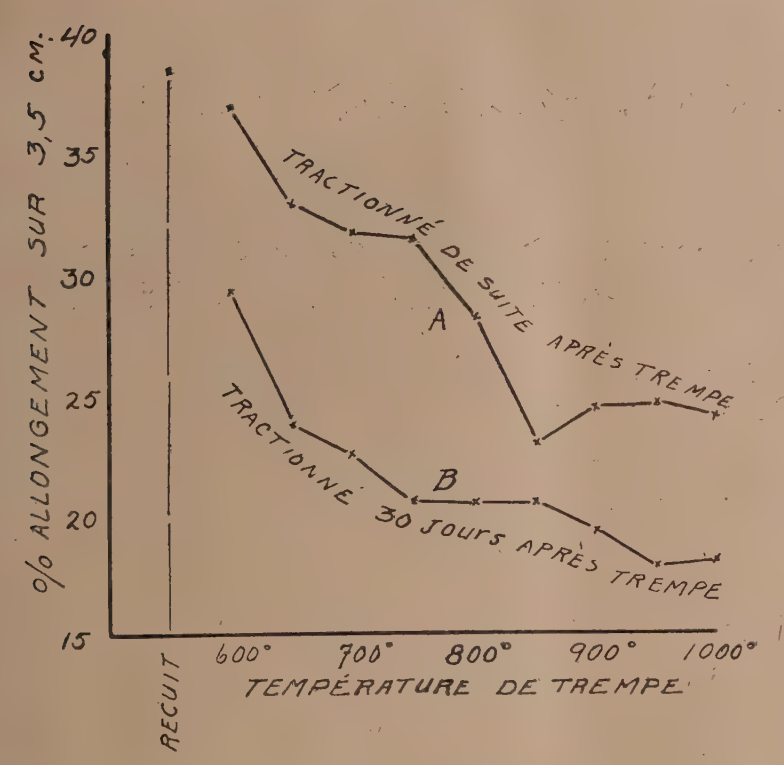

% ALLONGEMENT SUR 3,5 CM.
40
35
30
25
20
15
TRACTIONNÉ DE SUITE APRÈS TREMPE
A
TRACTIONNÉ 30 JOURS APRÈS TREMPE
B
RECUIT
600°
700°
800°
900°
1000°
TEMPÉRATURE DE TREMPE

Fig. 2.

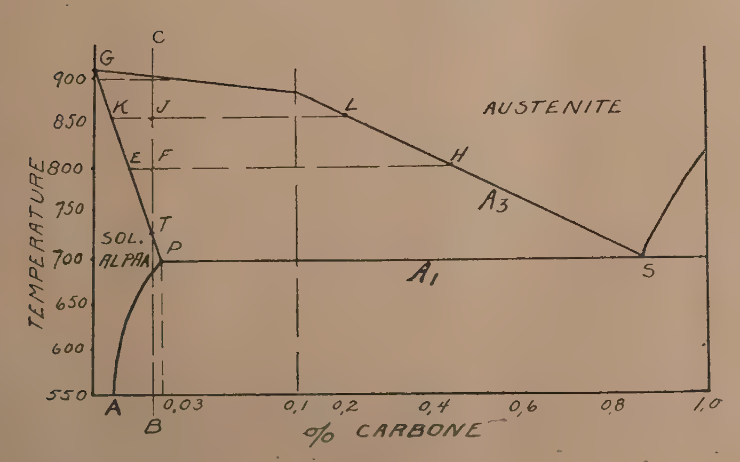

C
G
900
K
J
850
L
AUSTENITE
E
F
H
800
750
A_3
T
SOL.
P
700
ALPHA
A_1
S
650
600
550
A
0,03
0,1
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
B
TEMPERATURE
% CARBONE

Fig. 3.

quand elles sont ultramicroscopiques. Ce phénomène rappelle étroitement le vieillissement du duralumin.

Après trempe à des températures comprises entre 800° et 850° la précipitation par vieillissement ne se produit que faiblement parce que la presque totalité de la cémentite s'est déjà séparée pendant la trempe à l'état de grains de troostite. Mais à 900° et au-dessus, l'acier est entièrement à l'état de ferrite γ, contenant 0,26 pour 100 de carbone en solution; à cause de cette faible concentration le carbone ne précipite pas pendant la trempe mais, au contraire, reste en solution dans la ferrite α. La trempe à 900° et au-dessus occasionne donc les mêmes résultats que la trempe à 700°.

Par décarburation progressive dans l'hydrogène à 925°, j'ai préparé une série de barreaux de différentes teneurs en carbone comprises entre 0,026 et 0,002 pour 100. J'ai trouvé qu'un acier contenant moins de 0,012 pour 100 de carbone ne peut pas être durci par vieillissement. 0,012 pour 100 représente donc la limite de solubilité à froid de la cémentite dans la ferrite α.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'écrouissage du fer.* Note [1] de MM. **W. Broniewski** et **J. Król**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'écrouissage des métaux est depuis longtemps appliqué dans l'industrie, comme l'indique Réaumur dans son *Art de l'épinglier* (1761). Au point de vue métallographique, les premières études sur l'écrouissage furent faites par M. Charpy (1893).

En ce qui concerne l'écrouissage du fer, les études faites par M. Goerens (1913) et M. Altpeter (1915) sur un nombre restreint d'échantillons n'ont pas donné de résultats suffisamment complets.

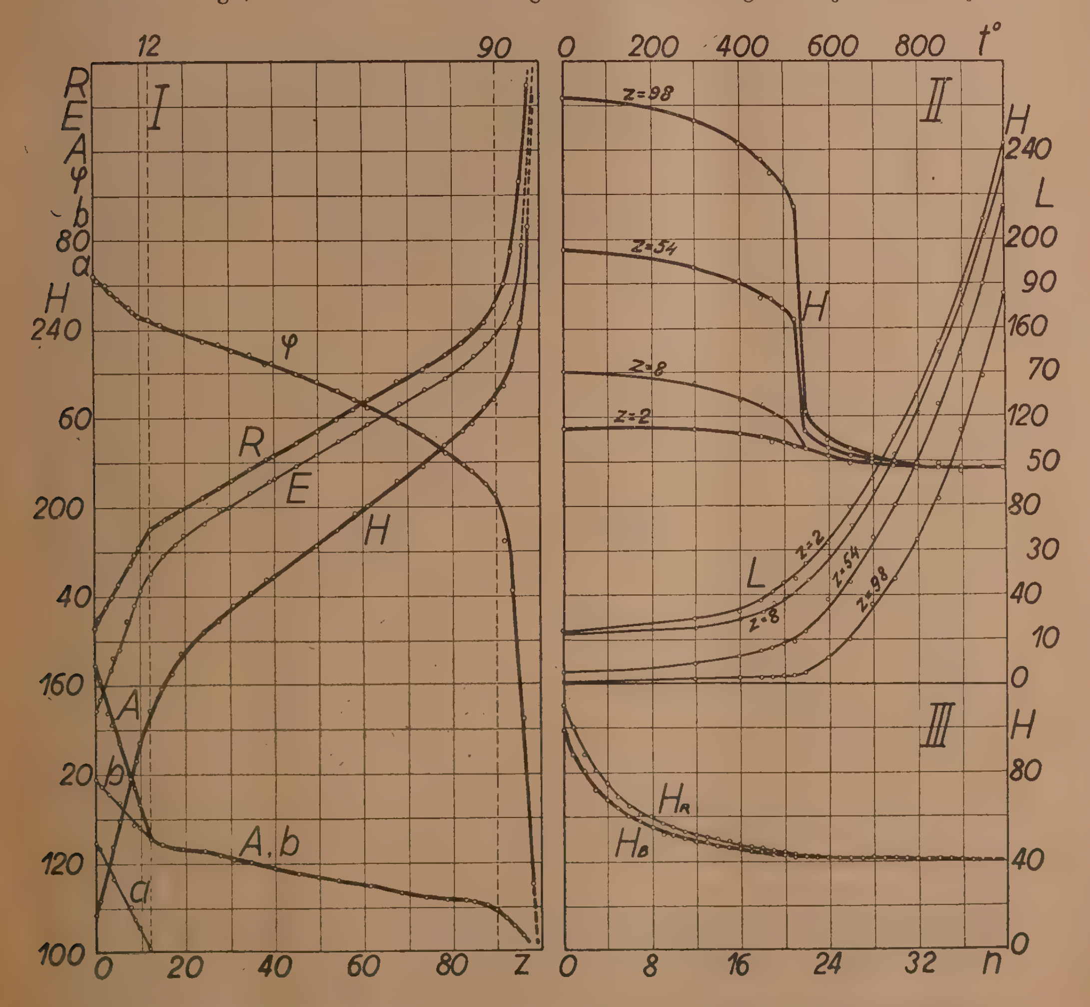
Notre étude a porté sur le fer Armco de fabrication française contenant au total moins de 0,15 pour 100 d'impuretés. La déformation obtenue par étirage était évaluée en pour 100 de la réduction de la section rapportée à la section primitive, soit $z = 100\,\frac{S_0 - S_p}{S_0}$.

En étudiant les coefficients des propriétés mécaniques, nous avons cru utile de séparer dans l'allongement total à la rupture (A), l'allongement

(1) Séance du 29 juin 1931.

proportionnel (a) mesuré par la réduction de la section de l'éprouvette aux environs de ses traits extrêmes et l'allongement par striction (b) défini par la relation $b = A - a$.

Les résultats des mesures des propriétés mécaniques, en fonction de l'écrouissage, sont donnés sur les diagrammes I de la figure ci-jointe. On y



I Z, écrouissage; R, résistance à la traction; E, limite élastique; A, allongement total à la rupture; a, allongement proportionnel; b, allongement par striction; H, dureté Brinell. II. t, température du recuit de 1h 30m; L, longueur moyenne des cristaux en millièmes de mm. III. n, nombre de recuits; H, durete, mesurée à la bille de 10 mm. sous 500 kg. et H, dureté mesurée au cône de 120° sous 150 kg.

voit nettement trois phases de l'écrouissage. La première caractérisée par la chute de l'allongement proportionnel *a* s'étend jusqu'à un écrouissage de 12 pour 100. La dernière, caractérisée par la chute de la striction φ et une montée rapide de la résistance de la traction R ainsi que de la dureté H, s'étend au-dessus d'un écrouissage de 90 pour 100. Au delà de la première phase, l'allongement à la rupture ne se fait que par striction et un coude accentué manifeste sur la courbe A ce changement du mode de rupture.

Le recuit après écrouissage produit, au dessus d'une certaine température la régénération des cristaux ce qui se manifeste par une chute de la dureté (H) et par l'augmentation moyenne des dimensions des cristaux (L), comme le montrent les diagrammes LI pour des écrouissages de 2, 8, 54 et 98 p. 100. Nous y voyons qu'un recuit au dessus de 500° fait tomber, assez brusquement la dureté, alors que les dimensions des cristaux croissent d'une façon parfaitement continue.

Comme l'essai de dureté à la bille ou au cône produit un écrouissage du métal étudié, nous avons déterminé la vraie dureté du fer par la méthode des empreintes successives proposée par M. Hanriot (1913). Après chaque essai de dureté le métal était recuit à 650° et une nouvelle empreinte était faite à la même place que l'ancienne. Le diagramme III nous montre qu'après une trentaine de recuits la dureté se stabilise à un nombre voisin de 40 aussi bien pour l'essai à la bille (H_B) que pour celui fait au cône (H_R). La différence entre ces deux essais provenait donc surtout d'un écrouissage différent du métal.

Nous voyons combien l'écrouissage donne un moyen puissant pour le durcissement des métaux malléables. Une étude plus approfondie des phénomènes de l'écrouissage faciliterait probablement beaucoup le travail par estampage à froid, qui est de plus en plus répandu dans l'industrie.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la température de déflagration des poudres colloïdales*. Note de MM. **A. Michel-Lévy** et **H. Muraour**, présentée par M. G. Urbain.

La température de déflagration des poudres et des explosifs se détermine ordinairement en chauffant au bain d'huile quelques grammes de l'explosif placés dans un tube de verre. On sait depuis longtemps que la température ainsi déterminée varie très notablement suivant la rapidité avec laquelle le chauffage est exécuté; elle est d'autant plus élevée que le chauffage est plus rapide.

Il y aurait avantage à déterminer les températures de déflagration en échauffant l'explosif le plus rapidement possible, mais on se heurte ici à la difficulté d'obtenir l'équilibre de température entre le bain d'huile et la masse de l'explosif. Pour tourner cette difficulté nous avons songé à opérer sur une masse d'explosif aussi faible que possible et nous avons choisi le mode opératoire suivant :

Un copeau de poudre obtenu au microtome et pesant de 1 à 2^{mg} ou un aggloméral de coton nitré de poids analogue est placé au centre d'une petite chambre cylindrique formée d'un tube de laiton de 12^{mm} de diamètre obturé à ses parties inférieure et supérieure par des glaces à faces parallèles écartées de 6^{mm}. La came d'un couple thermo-électrique fer-constantan de 3^{mm} de diamètre peut être glissée par un orifice latéral jusqu'en son milieu. La chambre cylindrique est introduite à frottement doux dans l'âme creuse d'une platine chauffante électrique se plaçant sur un microscope polarisant. Le four étant préalablement porté et maintenu à une température comprise entre 220 et 250°, l'atmosphère intérieure de la chambre dans laquelle est placée la poudre atteint en *un temps très court*, compris entre 50 et 70 secondes, une température voisine de 200° et dont on suit aisément la progression sur le galvanomètre.

On a eu soin de mettre le copeau de poudre au centre de la chambre cylindrique au voisinage immédiat de la pointe du couple thermo-électrique et sans contact avec la paroi métallique. Les températures indiquées ont été contrôlées par la fusion de corps finement cristallisés, à point de fusion connu, mis à la place du copeau de poudre ou à son voisinage immédiat.

Il est aisé de saisir avec précision le moment de la déflagration qui se traduit par une flamme et la disparition brusque du copeau.

Immédiatement avant la déflagration la poudre passe, le plus souvent, par un état pâteux et subit une ébullition.

Pour plus de 150 poudres à la nitrocellulose et à la nitroglycérine (françaises, allemandes, italiennes, hollandaises, américaines), la déflagration a lieu entre 199 et 203°. Des poudres à 25 pour 100 de nitroglycérine du type sans dissolvant, contenant des proportions variées de centralite (5, 8, 15 et 20 pour 100), ont déflagré, comme une poudre à 50 pour 100 de nitroglycérine sans centralite, à cette même température. Des cotons-poudre avec des taux d'azote variés (10,94-11,91-13,19 pour 100) ont déflagré à une température un peu plus élevée mais constante (210°).

Pour un mélange non gélatinisé de nitrocellulose et de nitroglycérine on a observé 197°, pour la nitroglycérine seule, 206° (température sans doute un peu élevée par suite du refroidissement dû à la vaporisation partielle de l'explosif), pour la tétranitropentaérythrite, 213°.

De l'ensemble de ces essais il résulte que la température de déflagration

des poudres est non pas de 170° comme on l'admet généralement mais voisine de 200°. On remarquera que cette température de déflagration reste, à peu de chose près, constante, quelle que soit la composition des poudres essayées, poudres à la nitrocellulose ou poudres à la nitroglycérine à taux variable de centralite. On doit noter que des cotons-poudre qui possèdent d'après l'épreuve réglementaire de résistance à 110° des stabilités très différentes déflagrent pratiquement à la même température; c'est ainsi qu'un coton-poudre à 13,93 pour 100 d'azote dont la température de déflagration était de 210°, ne possédait à l'épreuve à 110° qu'une résistance très faible voisine de 3 heures. Cependant un coton-poudre n'ayant subi aucun traitement de stabilisation, simplement lavé à l'eau froide, a déflagré à une température remarquablement basse (154°).

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le nombre de paires d'ions produits dans l'air par un rayons α du polonium.* Note de M. **Grégoire**, présentée par M. J. Perrin.

La connaissance du nombre k de paires d'ions produits dans l'air par un rayon α du polonium complètement absorbé résulte de la mesure du courant d'ionisation I produit par un faisceau de ces rayons dont on a déterminé le nombre par la mesure du courant i de charge qu'ils transportent.

Le courant I mesuré avec l'appareil absolu de Mme P. Curie [1] a été ramené à l'angle solide 2π.

Pour mesurer le courant i nous placions la préparation de polonium de petites dimensions (3 à 4^{mm} de diamètre) dans le vide ; un diaphragme [2] limitait un faisceau de ces rayons dans l'angle $2\pi \times 0,0293$. Les rayons abandonnaient leur charge à une électrode reliée à un électromètre Compton, on mesurait le courant de charge par la méthode de compensation de Townsend [3]. Le condensateur utilisé dans cette méthode était de 29,97 U. E. S., on le chargeait sous 2 volts. La déviation de l'électromètre par U. E. S. de charge apportée sur l'électromètre était d'environ 20 mètres sur une échelle placée à un mètre. Le courant de charge mesuré dans l'angle $2\pi \times 0,0293$ était d'environ 0,003 U. E. S. pour 10000 U. E. S. de cou-

(1) Mme Curie, *J. Ch. Ph.*, 22, 1925, p. 41.

(2) Jedrzejowski, *Thèse de Doctorat*, Paris, 1927.

(3) Townsend, *Phil. Mag.*, 1, 1903, p. 43.

rant I rapporté à l'angle 2π. Le vide était réalisé par une pompe moléculaire Holweck précédée d'une pompe à palettes, on condensait les vapeurs par un piège à air liquide, la pression mesurée au manomètre absolu variait de 0,1 à 0,3 barye ; à cette pression le courant d'ionisation devait être inférieur au 1/1000 du courant de charge. L'effet des rayons δ était éliminé par l'emploi d'un champ magnétique de 4500 gauss perpendiculaire à la trajectoire des rayons α. Cet effet provenait surtout de l'électrode réceptrice des rayons α, la forme de cette électrode laissant échapper le minimum de rayons δ était celle d'une cuvette de 5 mm de profondeur sans aucun écran à l'entrée.

Les mesures effectuées avec les préparations dont l'intensité est indiquée par le courant I ramené à 2π ont donné pour le rapport $\frac{I}{i}$ les valeurs suivantes :

Préparation obtenue par dépôt	sur nickel	13000 U. E. S.	$\frac{I}{i} = 0,762.10^5$
» » »	» nickel	20000 U. E. S.	$\frac{I}{i} = 0,768.10^5$
» » »	» nickel	7700 U. E. S.	$\frac{I}{i} = 0,770.10^5$
» » »	» argent	5700 U. E. S.	$\frac{I}{i} = 0,766.10^5$
» » par volatilisation	» nickel	20000 U. E. S.	$\frac{I}{i} = 0,765.10^5$

Les valeurs du rapport $\frac{I}{i}$ ne montrent pas de différence systématique malgré les divers modes d'obtention des préparations. La moyenne de ces mesures conduit à la valeur

$$\frac{I}{i} = 0,765.10^5.$$

Il est à noter cependant que ce rapport diminuait toujours avec le temps et de façon différente suivant le mode d'obtention et de conservation des préparations de polonium. Pour la préparation de 13000 U. E. S., ce rapport est passé de $0,762.10^5$ à $0,710.10^5$ au bout de deux mois. Cette diminution du rapport s'explique par l'altération superficielle des préparations.

Nous avons vérifié cette hypothèse en observant la déformation progressive des courbes de Bragg établies à des intervalles de temps croissant.

Nous avons vérifié à la précision de 2 pour 1000 que le courant i ne dépendait pas de l'épaisseur des écrans de cellophane et d'aluminium inter-

posés sur le trajet des rayons tant que leur équivalent en air ne dépassait pas 2^{cm}.

En admettant que dans ces conditions les rayons α sont tous doublement chargés à part une fraction négligeable, on obtient pour le nombre k la valeur :

$$k = 2\frac{I}{i} = 1,53 \pm 0,02.10^5.$$

Ce nombre k peut servir à la détermination du nombre Z, nombre des rayons α émis dans l'angle solide 4π par gramme de radium et par seconde.

Les rayons α émis dans l'angle 2π par millicurie de polonium et complètement absorbés dans l'air produisent un courant d'ionisation $J = 1300$ UES [1].

On en déduit

$$Z = \frac{2 \times 1300 \times 10^3}{1,53.10^5 \times 4,774.10^{-10}} = 3,56.10^{10}.$$

Les rayons α émis par un millicurie de RaC′ produisent dans les mêmes conditions un courant de 1944 U. E. S. [2]. En prenant les valeurs de $1,593.10^9$ cm/sec [3] et $1,922.10^9$ cm/sec [4] pour les vitesses des rayons α du Po et du RaC′ et en admettant que l'ionisation totale est proportionnelle à l'énergie cinétique du rayon α, on trouve pour le rapport de l'ionisation des rayons α du Po et RaC′ la valeur de 0,6867, d'où

$$J = 1944 \times 0,6867 = 1335 \text{ U.E.S.}$$

On déduit de ce dernier nombre $Z = 3,66.10^{10}$, nombre plus voisin que le précédent de la valeur $3,68.10^{10}$ obtenue directement sur le RaC′ par Braddick et Cave [5].

---

(1) Mme Irène Curie, *J. Phys. et Rad.*, **11**, 1929, p. 388.
(2) Mme Irène Curie, et F. Joliot, *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 43.
(3) Mlle Irène Curie, *Ann. de Phys.*, **3**, 1925, p. 348.
(4) Rutherford et Robinson, *Phil. Mag.*, **2**, 1914, p. 552.
(5) Braddick, et Cave, *Proc. of Roy. Soc.*, A, **121**, 1928, p. 380.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la lumière sur la floculation des solutions colloïdales en milieu fluorescent. Rôle des inhibiteurs colorés et de la viscosité du milieu.* Note (¹) de MM. **Augustin Boutaric** et **Jean Bouchard**, présentée par M. Matignon.

1. Nous avons signalé (²) que l'addition d'une matière fluorescente à une solution colloïdale exerce une action photosensibilisatrice très nette sur sa floculation par les électrolytes et que l'addition d'un antioxygène (inhibiteur incolore), qui diminue le pouvoir fluorescent d'une solution de matière fluorescente, réduit aussi dans une proportion comparable l'action photosensibilisatrice.

Jean Perrin ayant montré (³) que le pouvoir fluorescent de la solution d'une substance fluorescente est diminué par addition d'une matière colorante, dont le spectre d'absorption en solution présente une bande voisine d'une bande d'absorption de la matière fluorescente, nous nous sommes proposé de rechercher si ces inhibiteurs colorés ne réduiraient pas en même temps l'action photosensibilisatrice exercée par la substance fluorescente sur la floculation d'une solution colloïdale.

2. A 20^{cm^3} d'un sol de As^2S^5 ($3^g,1$ p. l.), ajoutons 3^{cm^3} d'une solution de fluorescéine ($2^g,5$ p. l.) et provoquons la floculation par 17^{cm^3} d'une solution de KCl de manière que la floculation dure 75 minutes dans l'obscurité; sous l'influence des radiations ultraviolettes, la durée de floculation tombe à 15 minutes.

Recommençons l'expérience en mélangeant 20^{cm^3} de l'hydrosol, 3^{cm^3} de la solution de fluorescéine et 17^{cm^3} d'une solution de KCl contenant des quantités variables d'éosine, d'érythrosine, d'écarlate direct ou de rocelline, substances dont le spectre d'absorption en solution présente des bandes voisines de celles que renferme le spectre de la fluorescéine. La durée de floculation pour une quantité convenable de KCl étant toujours de 75 minutes dans l'obscurité, on constate que l'écart Δt entre les durées de floculation dans l'obscurité et sous l'action des radiations ultraviolettes devient très inférieur à ce qu'il était précédemment. Si l'on détermine le pouvoir fluorescent P d'un mélange contenant 20^{cm^3} d'eau, 3^{cm^3} de la solution de

(¹) Séance du 29 juin 1931.

(²) A. Boutaric et J. Bouchard, *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 95 et 357.

(³) J. Perrin, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1097.

fluorescéine et 17^{cm^3} de la solution de KCl contenant l'inhibiteur, on constate l'existence d'un parallélisme entre la réduction produite par la présence de l'inhibiteur dans les valeurs de Δt et de P, comme le montre le tableau suivant :

Inhibiteur coloré.	Δt.	log P.
Sans inhibiteur.	60 min.	10,0
Éosine, $0^g,5$ p. l.	45 »	7,3
Éosine, $2^g,0$ p. l.	30 »	6,5
Érythrosine, $1^g,0$ p. l.	40 »	7,1
Écarlate direct, $0^g,1$ p. l.	25 »	6,5
Écarlate direct, $0^g,5$ p. l.	15 »	6,3
Rocelline, $0^g,5$ p. l.	30 »	7,0

Ainsi l'éosine et l'érythrosine qui, prises séparément, ont une action photosensibilisatrice très nette sur la floculation de As^2S^3 par les électrolytes, diminuent nettement l'action photosensibilisatrice exercée par la fluorescéine.

D'une manière analogue, l'action photosensibilisatrice exercée par la rhodamine B sur la floculation de l'hydrate ferrique par les électrolytes est notablement réduite lorsqu'on provoque cette floculation par $KMnO^4$ qui diminue le pouvoir fluorescent de la rhodamine ainsi que Jean Perrin l'a signalé antérieurement.

3. Jean Perrin ayant également montré que le pouvoir fluorescent d'une solution diminue lorsqu'on augmente la viscosité de la solution, nous nous sommes proposé de vérifier si un accroissement de viscosité provoqué par addition d'une solution de glycérine ou d'une solution concentrée de saccharose ne diminuerait pas également l'action photosensibilisatrice de la matière fluorescente. Nous avons constaté un tel effet, comme le montrent les nombres du tableau ci-dessous qui donnent pour les diverses additions que nous venons de mentionner : 1° la réduction Δt dans la durée de floculation déterminée par l'action des rayons ultraviolets ; 2° le logarithme du pouvoir fluorescent P ; 3° la viscosité relative η, mesurée à 26°, du mélange par rapport à l'eau.

Nature de la substance ajoutée.	Δt.	log P.	η.
Aucune addition	60^m	10,0	1,0
Saccharose	45	7,8	1,5
Glycérine	40	7,1	2,6

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques propriétés des fontes grises austénitiques.* Note (¹) de M. **Marcel Ballay**, présentée par M. Léon Guillet.

La structure austénitique est obtenue, dans les fontes grises, par l'addition de nickel, soit seul, soit accompagné de manganèse ou de chrome, la proportion de ces deux éléments étant limitée par l'action stabilisante qu'ils exercent sur le carbure de fer. La structure austénitique amène des modifications importantes de certaines propriétés des fontes grises : résistance à la corrosion par certains réactifs, diminution de l'oxydabilité et augmentation de la stabilité à chaud, amagnétisme, etc.

Nous avons cherché à préciser l'influence de divers éléments sur ces propriétés et en particulier le rôle du cuivre, de l'aluminium et du chrome. Nous avons aussi comparé la dureté à chaud des fontes perlitiques et des fontes austénitiques. Tous les essais ont porté sur des éprouvettes prélevées dans des jets cylindriques de 25^{mm} de diamètre coulés en sable; les fontes ont été préparées au creuset.

Influence du cuivre sur la corrosion par les solutions aqueuses d'acide sulfurique et d'acide chlorhydrique. — A une fonte ayant comme composition

$$C_T = 2{,}71,\quad Si = 1{,}45,\quad Mn = 1{,}30,\quad Ni = 14{,}82,\quad Cr = 1{,}40,\quad Cu = 0{,}30,$$

nous avons ajouté du cuivre en proportions croissantes; nous avons ainsi obtenu des alliages contenant :

1,25, 5,28, 8,30, 12,25 pour 100 de cuivre.

Les courbes représentant la perte de poids en fonction de la teneur en cuivre ont toutes la même allure, qu'il s'agisse de solutions d'acide sulfurique à 10 pour 100 froides ou chaudes ou d'acide chlorhydrique à 10 pour 100 froid. La corrosion décroît fortement jusqu'à une teneur en cuivre de 5 pour 100, puis ne varie plus sensiblement. Les valeurs ci-dessous ont trait à la solution d'acide chlorhydrique à 10 pour 100 froide (durée d'attaque 7 jours) :

Cu °/₀.	Perte de poids mg/dm²/jour.	Cu °/₀.	Perte de poids mg/dm²/jour.	Cu °/₀.	Perte de poids mg/dm²/jour.
0,30	108	5,28	33,8	12,25	33,1
1,25	57	8,30	35,0	–	–

La fonte à 12,25 pour 100 de cuivre contient un peu de cuivre libre,

(¹) Séance du 29 juin 1931.

nettement visible au microscope; la solubilité du cuivre à l'état solide dans cette fonte paraît être voisine de 10 pour 100. Une fonte ordinaire à 5 pour 100 de cuivre montre ce métal à l'état libre, en grande abondance, au microscope.

Influence du chrome et de l'aluminium sur la corrosion par l'acide nitrique. — L'addition de chrome ou d'aluminium diminue la vitesse de corrosion de la fonte austénitique au nickel-cuivre par l'acide nitrique à 5 pour 100 froid ou par le mélange sulfonitrique, mais la vitesse d'attaque reste très grande.

Oxydation à 800°. — Les échantillons placés dans un four électrique à résistance ont été chauffés à 800° dans l'air par périodes de 8 heures. Ils étaient contenus dans des creusets de porcelaine de sorte que l'on puisse mesurer l'augmentation de poids par oxydation et poids d'oxyde non adhérent.

Les valeurs portées dans le tableau ci-dessous ont été obtenues après 10 périodes de chauffage, soit 80 heures, sur des échantillons cylindriques de 20mm de diamètre et 25mm de longueur.

	CT.	Si.	Ni.	Cr.	Cu.	Al.	P.	Augmentation de poids (en gr.).	Poids oxyde détaché (en gr.).
Fonte ordinaire....	3,58	2,25	0	0	0	0	0,41	2,65	0,01
Fonte austénitique..	2,64	1,22	13,83	1,95	5,85	0	<0,15	1,01	2,07
	–	–	–	–	–	1	<0,15	0,72	1,59
	–	–	–	–	–	2,5	<0,15	0,43	0,79
	2,85	4,93	19,33	8,42	0	0	<0,15	0,058	0,012

L'oxydation diminue avec la teneur en chrome ou en aluminium : la fonte à 8 pour 100 de chrome est très peu oxydable. L'oxyde formé se détache plus facilement des fontes austénitiques que de la fonte perlitique; l'adhérence de l'oxyde augmente avec la teneur en chrome.

Dureté et stabilité à chaud. — La dureté Brinell a été déterminée à 20°, 450°, 600° et 800° avec une bille de 10mm de diamètre sous une pression de 500kg, maintenue 5 secondes. Nous extrayons des résultats obtenus les valeurs ci-dessous qui caractérisent la manière dont se comportent les fontes perlitiques et austénitiques :

Composition chimique.						Dureté Brinell. 20°				800°	
CT.	Mn.	Si.	Ni.	Cr.	Cu.	état coulé.	apr. chauff. à 800° 8 h.	450°.	600°.	après 20 m. de chauff.	après 8 h. de chauff.
3,15	1,07	2,20	0,19	0	0	189	158	173	148	45	43,5
3,01	1,48	2,48	14,09	3,59	5,95	139	142	131	127	91	90

La dureté des fontes austénitiques varie donc beaucoup moins avec la température que celles des fontes ordinaires, moins dures que celles-ci à froid, elles sont beaucoup plus dures à 800°.

L'étude dilatométrique à l'appareil Chevenard montre que les fontes austénitiques contenant du chrome sont très peu sujettes au phénomène de gonflement par chauffages répétés ; après plusieurs cycles de chauffage à 800-875° et maintien à 800° pendant 2 heures, elles conservent à froid leur dimension primitive. Leurs courbes de dilatation sont réversibles, à l'exception toutefois d'une anomalie vers 650° au premier chauffage que nous n'avons pu expliquer ici.

Résistivité. — Nous avons étudié l'influence du silicium sur la résistivité des fontes austénitiques ; on sait que cet élément, de faible poids atomique, entrant en solution dans la ferrite agit énergiquement sur la résistivité des fontes perlitiques. Les valeurs ci-dessous montrent que le silicium modifie de la même manière la résistivité des fontes austénitiques. L'augmentation de résistivité est accompagnée d'une diminution du coefficient de température :

Cr.	Mn.	Ni.	Cr.	Cu.	Si.	Résistivité à 18° cm²/cm. microhms	Coefficient de température 0 — 100°. moyen
2,9	1,47	13,94	3,56	5,97	2,48	127	
–	–	–	–	–	4,06	161	
3,03	4,24	9,43	–	0,23	2,04	119	0,000893
–	–	–	–	–	5,52	175	0,000478

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Au sujet de l'inertie chimique.*
Note [1] de M. et Mme M. **Lemarchands**, présentée par H. Le Chatelier.

Depuis longtemps on a observé combien sont les difficiles réactions entre corps dont l'affinité chimique est certaine : métaux mis en présence de chlore ou de brome [2]; oxydes alcalins ou alcalino-terreux dans une atmosphère de CO^2, SO^2, H^2S, Cl^2, HCl [3].

---

[1] Séance du 29 juin 1931.

[2] Gauthier et Charpy, *Comptes rendus*, **113**, 1891, p. 597.

[3] Von H. Veley, *Berichte Chem. Gesels.*, **29**, 1896, p. 577. — Kolb, *Comptes rendus*, **64**, 1867, p. 861. — Petzold, *J. für Prakt. Chem.*, **17**, 1839, p. 464. — Rose, *Ann. Chem. Phys. Pogg.*, **86**, 1852, p. 280. — Schummann, *Ann. Chem. Phys. Liebig*, **187**, 1877, p. 310.

Nous avons vérifié expérimentalement l'inactivité du chlore sur CaO, même dans la vapeur d'eau saturée, l'absorption très lente de celle-ci par l'oxyde de calcium anhydre. L'un de nous, en collaboration avec M. H. L. Romau, dans des expériences non encore publiées, a constaté l'inertie remarquable des anhydrides SO^3, CO^2, N^2O, NO, P^2O^5 en présence de Zn, Al, Mg, Na.

Nous avons recherché à quelles causes on pouvait attribuer cette inertie.

En premier lieu, on peut admettre la formation d'un film du produit de la réaction, isolant les corps en présence; la démonstration de ce fait nous semble établie par la réaction du chlore sur les métaux : seuls sont attaqués à froid K Hg, Sn, c'est-à-dire précisément ceux dont les chlorures sont volatils dans les conditions d'attaque.

En second lieu on peut incriminer l'impossibilité ou la difficulté du contact par suite du phénomène suivant : le corps solide adsorbe le gaz, ce qui établit le contact nécessaire à l'action chimique. L'adsorption est exothermique, surtout pour les premières portions du corps adsorbé (S. Arrhenius, Conférences faites devant la Société française de Physique, 1911); (*Intern. Critical Tables*, 5, 139) si le corps adsorbé donne lieu à une réaction chimique fortement exothermique avec l'adsorbant, l'élévation de température du film solide résultant, supprime l'adsorption, au moins jusqu'au moment où la température s'abaisse suffisament pour qu'elle puisse se produire à nouveau. La suppression de l'adsorption entraîne celle du contact et par conséquent l'impossibilité de l'action chimique.

Une conséquence importante au point de vue catalytique est l'impossibilité de jouer le rôle de catalyseur dans un système chimique hétérogène (gaz-solide), pour tout corps solide, capable de s'unir avec fort dégagement de chaleur avec un des corps gazeux devant entrer en combinaison.

Cette conséquence est en accord avec les exemples expérimentaux d'inertie signalés plus haut. Elle se trouve également vérifiée si on discute les phénomènes catalytiques connus. Dans 21 cas de catalyse minérale ou organique, nous n'avons pu noter aucune action chimique certaine entre les gaz entrant en jeu et le catalyseur solide.

La cessation de l'inertie sous l'influence de l'eau peut en partie s'expliquer par le fait particulièrement frappant de l'adsorption énorme de la vapeur d'eau par les solides (*Intern. Critical Tables, loc. cit.*).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Modification de la méthode de dosage de l'azote de Pregl.* Note (¹) de M. **J. J. Rutgers**, présentée par M. R. Fosse.

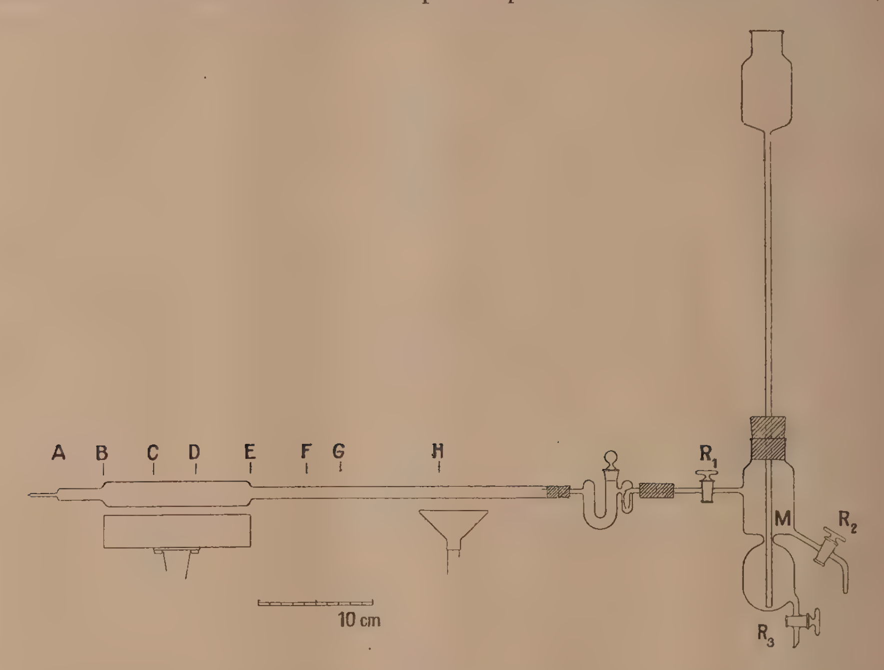
Le microdosage volumétrique de l'azote (micro-Dumas) de Pregl nous a donné toute satisfaction jusqu'au jour où nous avons eu à analyser des composés nitrés à faible teneur en azote. Dans ce cas il convient de brûler entre 10 et 15^{mg} de matière pour obtenir un volume gazeux de $0^{cm^3},5$ et de conduire très lentement la combustion, afin de réduire complètement les composés oxygénés de l'azote; une semblable analyse exigeait souvent près de 3 heures. Afin d'atténuer la durée du dosage, nous avons cherché à améliorer la méthode. La solution trouvée nous a donné complète satisfaction et nous l'appliquons maintenant à tous les composés azotés, quelle que soit leur teneur en azote.

Ce résultat a été obtenu en augmentant la durée de passage des gaz et en offrant à ceux-ci une plus grande surface de contact avec la charge fixe du tube à combustion. Dans ce but, nous avons porté le diamètre du tube de 8 à 20^{mm} entre les points B et E; cette modification présente l'avantage d'accroître la charge et d'abaisser la vitesse linéaire de passage des gaz dans le rapport de 6 à 1. En outre le cuivre réduit et l'oxyde de cuivre employés présentent un degré de division supérieur à celui que recommande Pregl. L'expérience a montré que grâce à cette double modification la combustion peut être conduite à la vitesse de 2 à 3 bulles par seconde et être achevée dans un temps maximum de 20 minutes; par suite la durée totale d'un dosage est limitée à 1 heure.

Le tube que nous avons employé est représenté par la figure ci-contre; entre A et B se trouve une spirale en toile de cuivre oxydé, entre B et C un mélange (3 parties pour une) de fragments de CuO en fils de 2 à 3^{mm} de long et d'une poudre assez fine, ne passant pas toutefois au tamis à mailles de $0^{mm},5$ de côté, obtenue par broyage d'oxyde de cuivre en fils. La portion C-D du tube est remplie par du cuivre métallique provenant de la réduction par l'hydrogène du mélange précédent d'oxyde de cuivre en fils et en poudre. La partie D-E contient de l'oxyde de cuivre, en fils de 3^{mm} de long, maintenu en place par une courte spirale en toile de cuivre oxydé, placée en E. Cet ensemble constitue la charge permanente du tube. Pour chaque combustion on introduit jusqu'en F de l'oxyde de cuivre en fils, puis le

(¹) Séance du 29 juin 1931.

mélange de matière pesée, avec CuO en poudre. La poudre de rinçage vient ensuite et enfin on termine par une colonne de CuO en fils placée entre G et H. Entouré d'un grand tortillon autour de la partie large, et des deux tortillons habituels à la partie normale, le tube trouve sa place sur la grille de Pregl, la partie élargie n'ayant que 135^{mm} de longueur. La communication avec l'azotomètre est réalisée par un petit tube recourbé sans robinet,



tout réglage étant fait avec le robinet du Kipp, dont le boisseau présente les coups de lime de Pregl. Entre le Kipp (qui peut être un Kipp ordinaire) et le tube à combustion se trouve un compte-bulles avec tube en U chargé de bicarbonate de soude, lequel retient le gaz chlorhydrique entraîné par CO_2.

Avant l'allumage on procède à l'évacuation de l'air, ce qui exige 5 minutes, en ouvrant complètement le robinet R_1. Dès l'apparition des microbulles on ralentit le passage du courant d'anhydride carbonique de façon à obtenir une bulle toutes les 5 ou 7 secondes. Dès que la partie large du tube est bien chaude, on chauffe avec le brûleur mobile (muni d'un couronnement en éventail) l'oxyde de cuivre en H, et, en le déplaçant vers la gauche, on attaque progressivement la substance. La combustion se fait à la vitesse de 2 ou 3 bulles par seconde, et se termine par un balayage rapide.

Le petit Kipp présenté ici permet une pression légèrement supérieure à celle d'un Kipp ordinaire. Le marbre se trouve en M, et le robinet R_2 permet l'évacuation de l'acide épuisé, même pendant la marche.

En suivant les indications ci-dessus nous avons trouvé, avec différents corps azotés, des pourcentages tout à fait satisfaisants. Nous pouvons donc conclure que les modifications apportées à l'appareil de Pregl, tout en abaissant très notablement la durée d'une analyse, ne diminuent pas le degré de précision qui rend si précieuse la méthode de microdosage de l'azote.

CHIMIE MINÉRALE. — *Attaque de divers alliages par les solutions phosphoriques*. Note [1] de MM. A. **Sanfourche** et A. **Portevin**, présentée par M. Le Chatelier.

Comme suite à l'étude de l'attaque des métaux par les solutions phosphoriques [2] nous avons examiné une série d'alliages usuels, comprenant notamment ceux le plus fréquemment utilisés pour leur résistance à la corrosion, dans des conditions expérimentales identiques à celles précédemment décrites. Ils consistent en alliages d'aluminium (alpax à 13 pour 100 Si, duralumin à 3,8 pour 100 Cu, 0,5 pour 100 Mg, 0,4 pour 100 Si, 0,4 pour 100 Mn), de cuivre (laitons à 60 et 65 pour 100 Cu; bronze à 9 pour 100 Sn; cupro-nickels à 84, à 57 et à 27 pour 100 Cu; maillechorts à 62 pour 100 Cu et 12 pour 100 Ni et à 65 pour 100 Cu et 5,7 pour 100 Ni), de plomb (régule à 7 pour 100 Sb) et en une série d'aciers de composition suivante :

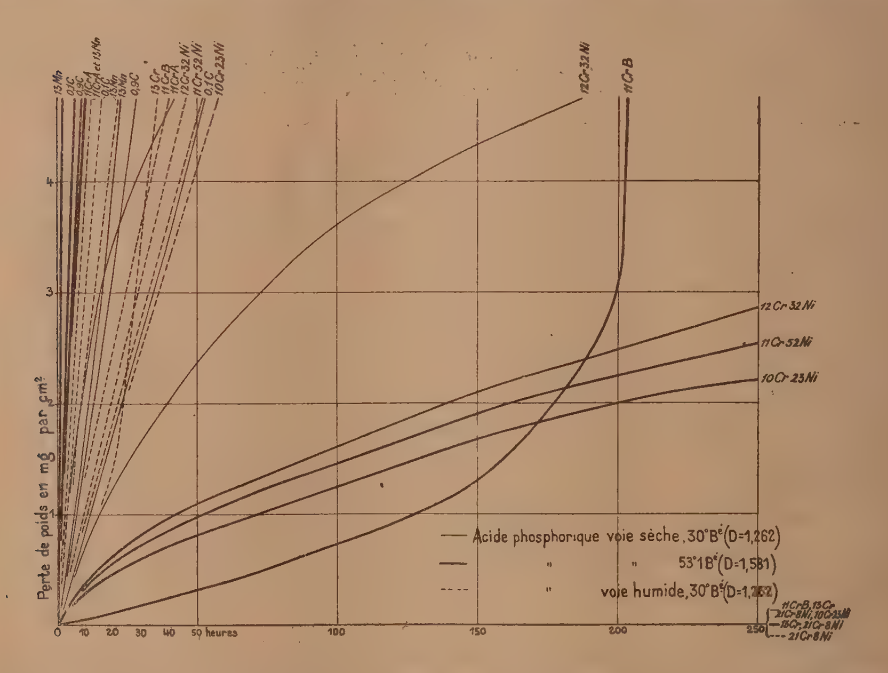
Désignation.	Type d'acier.	C %.	Mn %.	Si %.	Cr %.	Ni %.
0,1 C	Acier extra doux	0,08	0,3	0,4	–	–
0,9 C	» dur	0,93	0,2	0,4	–	–
13 Mn	» austénitique au manganèse	1,01	13,7	0,5	–	–
11 Cr A	» inoxydable ferritique au chrome	0,12	0,3	0,5	11,4	–
11 Cr B	» » » »	0,12	0,3	0,4	11,6	
13 Cr	» inoxyd. martensitique au chrome	0,37	0,3	0,1	13,0	0,4
21 Cr 8 Ni	» inoxydable austénitique au Cr-Ni	0,18	0,3	0,1	21,0	8,5
10 Cr 23 Ni	» » » au Ni-Cr	0,26	0,5	0,2	10,0	22,9
12 Cr 32 Ni	Ferro-nickel au chrome	0,36	1,6	0,1	12,1	32,0
11 Cr 52 Ni	» au chrome-tungstène	0,27	1,4	0,1	11,2	52,2

W = 2,8; Co = 0,4.

(1) Séance du 26 juin 1931.

(2) A. Portevin et A. Sanfourche, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1563.

Les résultats des mesures montrent que, parmi ces alliages, ceux d'aluminium sont extrêmement attaquables (pertes de 0,0002 à 0,0005 g/cm²/h.); ceux de cuivre sont très attaquables (pertes variant suivant l'alliage, de 0,00002 à 0,00004 g/cm²/h dans l'acide à 53°B., de 0,0001 à 0,0002 g/cm²/h dans l'acide par voie humide à 30°B); il est à noter que le plomb antimonié



ne conserve pas dans l'acide impur de voie humide l'immunité signalée pour le plomb pur. Les résultats obtenus avec les aciers sont représentés graphiquement par la figure qui met en évidence que seul l'acier 21 Cr 8 Ni est complètement inattaquable dans les trois qualités d'acide utilisées; l'acier 13 Cr l'est seulement dans les acides de voie sèche; les deux aciers 11 CrB et 10 Cr 23 Ni le sont seulement dans l'acide de voie sèche à 30° B. La richesse en chrome joue donc un rôle essentiel et le titre de 11 pour 100 apparaît comme une teneur critique, avec passivité instable : car, outre ce que nous venons de dire, les deux aciers 11 CrA et 11 CrB, par ailleurs chimiquement très voisins, sont l'un passif, l'autre très attaqué par l'acide de voie sèche à 30° B; de plus, l'acier 11 CrB, dans l'acide à 53°B., après avoir présenté une très faible attaque pendant 150 heures, subit une corrosion accélérée devenant comparable à celle de l'acier 11 CrA. Il est à noter

que la teneur en chrome de ces deux derniers aciers est très voisine de 1/8 mol. Cr (11,7 pour 100), concentration critique d'après Tammann et que la passivité complète est réalisée pour une teneur voisine de 2/8 mol.

Dans l'ensemble ces résultats sont d'accord avec ceux publiés par divers auteurs (¹) et les complètent sur plusieurs points.

L'inattaquabilité de l'acier austénitique au CrNi disparaît en présence de quantités minimes d'acide chlorhydrique comme nous l'avons déjà signalé (²).

En outre on a procédé à l'analyse des liqueurs après attaque ; il en résulte que, dans les aciers spéciaux attaquables, le chrome s'attaque plus que le fer, le nickel moins que celui-ci ; dans les cupro-nickels, l'attaque des deux constituants est parallèle, de même que dans les laitons ; dans le bronze, l'étain s'attaque plus que le cuivre.

Pour compléter cette étude, nous avons examiné l'attaque phosphorique d'une série de ferro-alliages industriels de types courants (à 65 Cr, à 38 Mo, à 30 Si, à 39 Ti, à 71 W, à 64 Zr, à 58 Ta + 14 Nb, à 35 U + 7 V). Vu l'impossibilité de les façonner en éprouvettes compactes de dimensions bien définies, on a opéré sur des poudres classées à une grosseur déterminée (entre les tamis 40 et 60, correspondant à des dimensions comprises entre $0^{mm},47$ et $0^{mm},27$). Parmi ces produits, seuls le ferro-chrome et le ferro-silicium peuvent être considérés comme pratiquement résistants aux solutions phosphoriques (³).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le salicylate de mercure*. Note de MM. P. **Brenans** et B. **Rapilly**, présentée par M. Delépine.

On désigne sous le nom de salicylate de mercure deux préparations où le mercure lié au carbone du noyau est dissimulé. La plus ancienne est obtenue

---

(¹) Clarkson et Hetherington, *Chem. Met. Eng.*, **32**, 1925, p. 811. — Pomey et Voulet, 9ᵉ *Congrès de Chimie industrielle*, Barcelone 1929, p. 220. — Perchke, Kapostyne et Youchmanov, *J. Khim. Promychl.*, **7**, 1930, p. 875. — Kosting et Heins, *Ind. Eng. Chem.*, **23**, 1931, p. 140.

(²) *Rev. Mét.*, **24**, 1927, p. 698.

(³) A titre de comparaison on a effectué des essais analogues sur les mêmes produits avec les acides minéraux usuels (chlorhydrique à 20° B., sulfurique à 65°,5 B., nitrique à 40° B.) ; outre la résistance bien connue du ferro-silicium, les courbes d'attaque en fonction du temps indiquent, dans l'acide nitrique, une passivité rapidement atteinte par le ferro-chrome, lentement par le ferro-zirconium.

par Granval et Lajoux [1], par Buroni [2] et par Dimroth [3] avec l'acide salicylique et l'oxyde de mercure, ou par Buroni avec le salicylate de sodium et l'acétate mercurique. L'autre de Rupp et Gersch [4] provient de l'action du sulfate mercurique sur l'acide salicylique ou le salicylate de sodium.

Ces savants, à la suite de Dimroth (*loc. cit.*), ont établi la constitution de ces produits en les transformant eux ou leurs composés d'addition avec le cyanure de potassium $N \equiv C - Hg - C^6H^3 - OH - COOK$, par l'iode ioduré, en acides iodosalicyliques, l'iode se substituant, dans cette action, à l'atome de mercure ou au groupement $N \equiv C - Hg$.

Pour Dimroth le salicylate de mercure donnant l'acide iodo-3-salicylique, qui par fusion alcaline forme l'acide pyrocatéchine carbonique, est un composé défini où le mercure est en position 3. Pour Gadamer [5] c'est l'isomère 1.2.5 ou un mélange des isomères 1.2.3 et 1.2.5. Pour Bœdecker et Wunstorf [6] c'est un mélange de deux isomères; l'isomère 1.2.3 donnant avec le cyanure de potassium un sel peu soluble qui avec l'iode fournit l'acide iodo-3-salicylique, fusible à 198° et l'isomère 1.2.5 donnant un sel très soluble transformé par l'iode en acide iodo-5-salicylique, fondant à 196°.

D'après nos recherches qui font l'objet de cette Note et qui ont eu pour but la transformation de ces produits en acides iodosalicyliques, la préparation ancienne semble bien avoir la formule d'un anhydride

$$\underbrace{Hg - C^6H^3 - (OH) - CO}_{O}$$

de l'acide oxymercurisalicylique, l'autre contient une quantité importante d'un composé dimère qui pour Gadamer (*loc. cit.*) est une impureté de formule

$$OH - C^6H^4 - CO^2 - \underset{(5)}{Hg} - \underbrace{C^6H^2 - (OH) - CO^2}_{Hg}$$

Action de l'iode sur l'ancienne préparation. — En opérant, comme Dimroth, on obtient un mélange d'acides iodosalicyliques qu'on a isolés au

---

(1) *Comptes rendus*, **117**, 1880, p. 44.
(2) *Gazz. Chim. ital.*, **32**, II, 1902, p. 305 et 311.
(3) *D. Ch. G.*, **35**, 1902, p. 2870.
(4) *Arch. de Pharm.*, **264**, 1926, p. 88; **265**, 1927, p. 323; **266**, 1928, p. 504.
(5) *Arch. de Pharm.*, **256**, 1918, p. 275.
(6) *Arch. de Pharm.*, **263**, 1925, p. 430.

moyen de leurs sels de baryum, séparés par cristallisation fractionnée. Le sel de baryum le moins soluble fournit l'acide diiodo-3-5 — salicylique, fusible à 228°. Son éther acétique (P. de f. 154-155°) est identique à l'éther déjà décrit (¹). Le sel de baryum le plus soluble donne un produit fusible à 180-184°, constitué en grande partie par l'acide iodo-5-salicylique dont l'éther acétique (P. de f. 165°) est identique à l'éther de cet isomère.

Action du cyanure de potassium sur cette préparation ancienne. — En opérant comme Bœdecker et Wunstorf (*loc. cit.*) avec $33^g,60$ de salicylate de mercure et $7^g,40$ de cyanure, nous avons obtenu 20^g d'un sel pur, anhydre, en paillettes blanches, réfringentes, soluble dans l'eau chaude, peu soluble dans l'eau froide. Ce sel donne la réaction du salicylate; il ne donne la réaction des cyanures et du mercure qu'après hydrolyse par l'acide chlorhydrique à l'ébullition.

La solution aqueuse de ce sel additionnée d'un léger excès d'iode ioduré fournit, après décoloration par le gaz sulfureux, l'acide iodo-5-salicylique, pur, fusible à 198°, ainsi identifié par les propriétés de son éther acétique, et de son éther-oxyde éthylique (P. de f. 74°),

Le cyanomercurosalicylate de potassium peu soluble n'est pas l'isomère $(N \equiv C - Hg)_3 - C^6H^3 - (OH)_2 - (COOK)_1$ comme le pensaient Bœdecker et Wunstorf, mais bien l'isomère 1.2.5 puisqu'il donne l'acide iodo-5-salicylique.

Le salicylate de mercure de l'ancienne préparation est donc formé principalement de l'anhydride de l'acide oxymercurisalicylique où l'atome de mercure est en position 5.

Action du cyanure sur le salicylate de mercure de Rupp et Gersch. — Nous avons dans cette action obtenu avec $22^g,40$ de salicylate et 5^g de cyanure 18^g d'un composé azoté qui fournit avec l'eau chaude une solution qui se prend en une gelée par refroidissement. Cette gelée se transforme au bout de quelques jours en cristaux blancs d'un sel de potassium. Sa solution aqueuse donne la réaction de l'acide salicylique; elle ne donne pas la réaction d'un cyanure, ni celle du mercure, mais présente ces réactions après hydrolyse par l'acide chlorhydrique à chaud.

Action de l'iode. — Traité en solution aqueuse par l'iode ioduré, ce sel donne naissance à l'acide diiodo-3.5-salicylique.

Les propriétés et les chiffres de l'analyse de ce sel lui assignent la for-

(¹) Brenans et Prost, *Comptes rendus*, 176, 1923, p. 1629.

mule du dicyanomercurisalicylate de potassium

$$(N \equiv C - Hg)_5 - C^6H^2 - (Hg - CN)_3(OH)_2(COOK)_1$$

formé dans l'action du cyanure sur le dimère $C^{14}H^8O^6Hg^2$ qui constitue en partie le salicylate de mercure de Rupp et Gersch.

Procédés de dosage. — Nous avons trouvé dans l'action du cyanure sur le salicylate de mercure un mode de dosage du mercure total de ces préparations.

On ajoute à une prise d'essai (entre $0^g,10$ et $0^g,20$) de salicylate un volume connu employé en excès de solution $\frac{N}{5}$ de cyanure de potassium équivalent au même volume de solution d'azotate d'argent $\frac{N}{10}$. On additionne la solution de 40^{cm^3} d'eau, puis de 10^{cm^3} d'ammoniaque et d'un cristal d'iodure et l'on titre l'excès de cyanure avec la solution $\frac{N}{10}$ d'azotate d'argent. 1^{cm^3} de la solution de cyanure $\frac{N}{10}$ correspond à 0,03366 de salicylate et à 0,020066 de mercure.

Nous avons aussi appliqué au dosage pondéral de l'acide salicylique du salicylate de mercure, du cyanomercuro-5-salicylate et du dicyanomercuro-3.5-salicylate le procédé de Bougault (1).

Dans l'action à chaud d'un excès d'iode ioduré et du carbonate de sodium sur ces composés, l'acide salicylique combiné au mercure se transforme en rouge de Lautemann insoluble qu'on recueille, lave, sèche et pèse.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons organiques sulfurées de tungstène et de molybdène.* Note de MM. **L. Debucquet** et **L. Velluz**, présentée par M. G. Urbain.

Les propriétés acides des sulfures de tungstène [WS^3] et de molybdène [MoS^3] sont démontrées par leurs solubilités dans les sulfures alcalins ou dans certaines bases organiques. Aucune combinaison cristallisée n'a été cependant décrite où ces sulfures sont associés à une base hétérocyclique. Comme nous l'avons observé, le passage de l'hydrogène sulfuré dans des

(1) *Journ. Pharm. Chim.*, **28**, 1908, p. 150.

solutions aqueuses de différents tungstates ou molybdates organiques [1] ne provoque qu'une simple coloration brun foncé, et si, dans quelques cas, on note une précipitation, il s'agit toujours de produits amorphes, mal définis, voisins des sulfures noirs WS^3 ou MoS^3.

En opposition avec ces résultats négatifs, deux bases hétérocycliques nous ont permis, par contre, d'isoler et d'étudier quatre dérivés mixtes où les sulfures de tungstène et de molybdène sont unis aux sulfhydrates ou sulfures de deux molécules azotées, la pipéridine et la pipérazine.

Nous avons préparé le tungstate ou le molybdate de ces bases hétérocycliques en solubilisant une partie d'acide tungstique [1] ou d'acide molybdique dans 5 parties de pipéridine ou d'hydrate de pipérazine, préalablement dissous dans 50 ou 100 parties d'eau distillée. Ces solutions ont été soumises, à froid, à l'action prolongée d'un courant lent d'hydrogène sulfuré. On observe très rapidement l'apparition d'une coloration jaune serin pour les composés tungstiques, rouge rubis pour les dérivés molybdiques, et des précipités cristallins se forment. La précipitation est achevée en abandonnant, dans leur atmosphère sulfurée, pendant deux ou trois jours, la solution et les précipités. Ceux-ci sont alors isolés, lavés à l'alcool éthylique absolu, à l'éther éthylique, puis séchés à l'air libre.

Les combinaisons ainsi obtenues sont les suivantes :

I. *Sulfures doubles de tungstène et de pipérazine :*

A. $[WS^3, C^4H^{10}N^2]^2H^2S$, P. M. = 765,2.

Cristaux lamelleux, jaune citron, anhydres, peu solubles dans l'eau distillée froide, très peu solubles dans les solvants organiques habituels. P. F. décomposés.

Analyse. — Calculé pour 100 : W, 47,98 ; S, 29,27 ; N, 7,31.

Trouvé pour 100 : W, 47,51 ; S, 27,88 ; N, 7,35.

B. $WS^3[C^4H^{10}N^2]^2H^2S$, P. M. = 485,6.

Obtenu à partir du précédent par recristallisation d'une solution dans l'hydrate de pipérazine. Longues et magnifiques aiguilles jaune ocre. Propriétés voisines des précédentes.

Analyse. — Calculé pour 100 : W, 37,80 ; S, 26,35 ; N, 11,53.

Trouvé pour 100 : W, 37,81 ; S, 26,92 ; N, 11,69.

---

[1] La solubilisation rapide et complète de l'acide tungstique n'a pu être obtenue qu'en partant de son hydrate, fraîchement précipité d'une solution de tungstate de sodium et purifié par dialyse.

II. *Sulfure double de molybdène et de pipéridine.*

$$MoS^3[C^5H^{11}N]^2H^2S, \quad P. M. = 396.$$

Petits cristaux aciculaires, rouge rubis, possédant les mêmes propriétés que celles déjà décrites, mais plus solubles dans l'eau.

Analyse. — Calculé pour 100 : Mo, 24,19; S, 32,32; $C^5H^{11}N^2$, 42,92.

Trouvé pour 100 : Mo, 23,95; S, 33,58; $C^5H^{11}N^2$, 42,40.

III. *Sulfure double de molybdène et de pipérazine.*

$$MoS^3, C^4H^{10}N^2, H^2S, \quad P. M. = 312.$$

Cristaux lamelleux losangiques, rouge brique. Mêmes propriétés. Ce sulfure, recristallisé d'une solution dans l'hydrate de pipérazine, conserve la même formule.

Analyse. — Calculé pour 100 : Mo, 30,76; S, 41,02; N, 8,97.

Trouvé pour 100 : Mo, 30,48; S, 41,10; N, 8,90.

Une dernière vérification des formules indiquées ci-dessus nous a été apportée par l'action d'une solution chaude, à 5 pour 100 d'acide chlorhydrique, sur les suspensions aqueuses de ces sulfures doubles. Nous avons en effet séparé, par cette méthode directe, les sulfures métalliques et la base organique, ainsi transformée en chlorhydrate avec dégagement d'hydrogène sulfuré. Le procédé appliqué, en particulier, au sulfure double de molybdène et de pipérazine nous a donné les résultats analytiques suivants :

Calculé pour 100 : MoS^3, 61,53; $C^4H^{10}N^2$, 27,56. Trouvé pour 100 : MoS^3, 61,72; $C^4H^{10}N^2$, 27,74.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de la benzine en méthane.* Note [1] de MM. **A. Mailhe** et **Creusot**, présentée par M. Matignon.

On sait qu'en soumettant la benzine à l'action hydrogénante du nickel à 300°, on la transforme partiellement en méthane [2] :

$$C^6H^6 + 9H^2 = 6CH^4.$$

Cette réaction n'ayant été obtenue que d'une manière qualitative, nous l'avons étudiée d'une manière plus approfondie.

Comme dans toutes les expériences d'hydrogénation, nous avons disposé

---

[1] Séance du 29 juin 1931.

[2] Sabatier et Senderens, *Ann. Chim. Phys.*, 8e série, 4, 1905, p. 334.

sur une grille à analyse, à température bien réglée, un tube contenant une couche de nickel divisé, provenant de la réduction d'un oxyde issu du nitrate. L'hydrogène et la benzine purs étaient dirigés mesurés sur le nickel par l'une des extrémités du tube, et à la sortie les gaz étaient recueillis et analysés après avoir été débarrassés au préalable, des vapeurs de benzol entraîné, par refroidissement et par le mélange sulfonitrique.

Nous avons étudié le phénomène à diverses températures avec plusieurs nickels plus ou moins actifs, et déterminé, pour chaque température avec un catalyseur neuf, le pour cent de méthane formé.

Avec un nickel dur, grenu, compact, obtenu par calcination du nitrate au rouge, on a obtenu

Température.	CH^4 p. 100.
260°	14,1
270	22,8
280	29,4
290	15,4

Le même nickel, calciné, puis réduit, a fourni à 290° 11,2 pour 100 CH^4. Un oxyde léger calciné à plus faible température a fourni 25 pour 100 CH^4 à 290°. On constate en outre qu'un excès de benzène ou d'hydrogène diminue les rendements.

L'activité du nickel jouant un rôle important dans la réaction, nous avons préparé un catalyseur à basse température et avec un débit d'hydrogène de 50^{cm^3} par minute et un débit de benzine pure de 2^{cm^3} en 5 minutes, on a obtenu :

Températures.	CH^4 pour 100.	Températures.	CH^4 pour 100.
260°	36,0	310°	17,1
270	46,2	320	18,9
280	50,4	330	20,0
290	37,9	340	26,2
300	27,0		

Dans les mêmes conditions, avec une benzine complètement exempte de thiophène, on obtient :

Températures.	CH^4 pour 100.	Températures.	CH^4 pour 100.
250°	54,9	290°	64,7
260	63,4	300	62
270	68,3	310	67,4
280	69,8	340	63,1

Ces nombres montrent que ;

1° la formation de méthane commence bien avant 300° ;

2° un benzène exempt complètement de thiophène donne une plus forte proportion de méthane ;

3° un maximum a lieu vers 280° ;

4° à partir de cette température, la proportion de CH^4 diminue jusqu'à 310° pour se relever ensuite.

Or, si on examine les nickels qui ont travaillé entre 290° et 310°, on ne constate pas la formation de charbon, mais plutôt celle d'une substance cireuse jaune qui est soluble dans l'acétone. Après 310°, elle ne se produit plus d'une manière sensible. Il s'ensuit que c'est à sa présence qu'est due la diminution d'activité du nickel.

Nous avons examiné comment se comporte un même nickel lorsqu'on transforme une quantité importante de benzine, environ 95^{cm^3} aux deux températures maximum de 270-280° et 320-330°.

Le débit d'hydrogène étant de 40^{cm^3} par minute, celui de la benzine de $0^{cm^3},4$ en 15 minutes, on a obtenu les résultats suivants :

270°.	CH^4 pour 100.	325°.	CH^4 pour 100.
3 heures	82,3	2 heures	78,2
7 »	76,5	10 »	76,2
28 »	71,0	32 »	75,9
39 »	67,3	47 »	75,5
51 »	59,9	49 »	75.8

La proportion de méthane formé s'abaisse plus rapidement à 270° qu'à 325°. L'activité du catalyseur diminue plus vite. Si l'on épuise par l'acétone, le premier donne une solution fortement colorée en jaune, celui de 325° une solution à peine colorée.

Une autre charge de nickel ayant travaillé à 270° pendant 40 heures a fourni au bout de ce temps 62,2 pour 100 de méthane. Sans le retirer du tube, la température étant portée rapidement à 325°, on a fait passer pendant 12 heures un fort courant d'hydrogène. L'hydrogénation de la benzine pratiquée alors à cette température a fourni un gaz renfermant 76 pour 100 de méthane.

L'ensemble de ces résultats montre que : 1° la transformation de la benzine en méthane au contact du nickel divisé commence bien avant 300° (à 220°, on trouve 6,5 pour 100 CH^4); 2° il y a un maximum de transformation à 270-280° et cette température il se forme une matière de

nature cireuse qui, par dépôt sur le nickel, diminue son activité; 3° cette cire ne se produit pas à 310-320°, ce qui permet l'hydrogénation plus complète de la benzine; le méthane passe par un second maximum; 4° il est possible de réactiver un nickel de 270°, souillé de cire, en le chauffant dans un courant d'hydrogène à 320-330°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les oxydes organiques dissociables. Sur un quatrième terme d'oxydation réductible du rubrène : le dihydroxydihydrorubrène* $C^{42}H^{28}(OH)^2$. Note de MM. **Charles Dufraisse** et **Marius Badoche**, présentée par M. Delépine.

Les oxydes réductibles du rubrène antérieurement décrits sont, en désignant le rubrène ($C^{42}H^{28}$) par R, l'oxyde dissociable ou oxyrubrène [1] $R(O^2)$ et deux oxydes réductibles mais non dissociables, le dioxyde ou isooxyrubrène [2] RO^2 et le monoxyde [3] RO. Le composé qui fait l'objet de la présente Note, étant formé par addition de deux oxhydryles au rubrène, $R(OH)^2$, a reçu, conformément aux conventions de nomenclature en cours, le nom de *dihydroxydihydrorubrène*.

A. Ce corps a été trouvé en même temps que les deux autres oxydes, parmi les produits résultant de l'attaque de l'oxyde dissociable $R(O^2)$ par le réactif de Grignard, réaction dont nous avons précédemment signalé la complexité. Il se forme avec les magnésiens les plus variés, tels que méthylique, éthylique, phénylique ou naphtylique, et même, en petites quantités, avec l'iodure de magnésium.

Il se présente en aiguilles incolores, retenant du solvant, assez solubles dans le benzène chaud et le sulfure de carbone, peu solubles dans l'éther; son point de fusion instantanée (bloc Maquenne) se trouve à 307°-308°. Les analyses et les déterminations du poids moléculaire sont en accord avec la formule $C^{42}H^{28}(OH)^2$. Les oxhydryles ont été caractérisés et dosés par la méthode au réactif de Grignard (trouvé 1,85 au lieu de 2).

Le dihydroxydihydrorubrène présente trois réactions principales :

1° Par chauffage modéré, il perd une molécule d'eau en donnant le monoxyde de rubrène $R(OH)^2 = RO + H^2O$.

---

[1] Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et P. M. Dean, *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 1584.

[2] Ch. Dufraisse et M. Badoche, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 104.

[3] Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et L. Enderlin, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1528.

2° Il est très sensible aux agents de déshydratation, qui lui enlèvent deux molécules d'eau et le transforment en un hydrocarbure incolore $C^{42}H^{26}$, différent du rubrène ($C^{42}H^{28}$) par H^2 en moins. Cet hydrocarbure semble être identique à l'un des satellites du rubrène signalé antérieurement [1] et caractérisé par une fluorescence violette intense, en même temps que par un point de fusion très élevé (455°).

3° Enfin le composé dihydroxylé, qui n'est pas dissociable, peut être facilement réduit en rubrène, au moyen du fer divisé, par exemple.

Nous proposons pour ce corps la formule I, qui découle des réactions décrites et principalement de la transformation en monoxyde de rubrène II par déshydratation.

C^6H^5 C^6H^5 — $-H^2O$ → — C^6H^5 C^6H^5

C^6H^5 O O C^6H^5 — C^6H^5 O C^6H^5

H H

I Dihydroxydihydro-rubrène — II Monoxyde de rubrène

B. Ainsi, d'après l'ensemble des faits actuellement établis, le rubrène jouit de deux propriétés exceptionnelles : d'une part, l'aptitude à contracter avec l'oxygène une union dissociable (oxydabilité réversible), et, d'autre part, la faculté de former plusieurs oxydes facilement réductibles (oxydabilité réductible). Ces deux propriétés découlent sans doute d'une seule cause : une oxydabilité d'un genre à part, une aptitude spéciale à accueillir l'oxygène avec le minimum de perturbations intramoléculaires. L'oxygène entre et sort de la molécule sans rien déplacer, pas même un atome d'hydrogène, contrairement à tant d'autres oxydations usuelles : tout au plus s'ensuit-il un réarrangement, d'ailleurs réversible, des liaisons carbonées.

L'aptitude à former des oxydes organiques dissociables paraît donc être conditionnée par une structure susceptible de subir sans grand dommage des oxydations même assez profondes.

---

(1) CH. MOUREU, CH. DUFRAISSE et C.-L. BUTLER, *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 101.

C. S'il en est ainsi, l'on doit s'attendre réciproquement à retrouver chez les corps connus comme donnant un oxyde dissociable la même tendance à former des termes d'oxydation non dissociables, mais réductibles. Tel est effectivement le cas de l'hémoglobine qui donne, en plus de l'oxyhémoglobine dissociable, un oxyde non dissociable, mais réductible, la méthémoglobine.

La question se pose alors de savoir s'il n'existe pas plusieurs méthémoglobines, comme il existe plusieurs oxydes réductibles du rubrène : RO^2, RO et $R(OH)^2$.

Or, par une coïncidence vraiment troublante, ces trois formules correspondent exactement à trois de celles qui ont été proposées, chacune avec preuves expérimentales, pour la méthémoglobine, soit HbO^2, HbO et $Hb(OH)^2$.

A la vérité les travaux de Conant et de ses collaborateurs pouvaient être considérés comme réglant définitivement la question en faveur d'une quatrième formule, celle-là sans oxygène. Toutefois, par analogie avec ce qui vient d'être observé chez le rubrène, n'y aurait-il pas lieu de rechercher si la méthémoglobine est véritablement une espèce unique, ou si, là encore, il ne se formerait pas simultanément plusieurs oxydes, l'un ou l'autre prenant la prépondérance suivant les conditions de la préparation ? Les divergences entre les opinions des auteurs trouveraient ainsi une explication toute rationnelle.

GÉOLOGIE. — *L'évolution du littoral et la formation des tombolos dans la région de Paimpol (Côtes-du-Nord).* Note de M. **Yves Milon**, présentée par M. L. Cayeux.

Le long de la côte nord de Bretagne, et, en particulier aux environs de Paimpol, le contraste est frappant entre le relief très adouci de l'intérieur, et l'aspect chaotique et ruiniforme du paysage côtier. L'étude de la zone de transition des domaines maritimes et continentaux permet d'expliquer, en faisant appel à un passé relativement récent, les grandes lignes de l'évolution du littoral. M. de Martonne a pris cette région comme type des côtes à rias bretonnes, et a décrit [1] l'œuvre de l'érosion marine qui, dans les

---

[1] E. de Martonne, *Excursion géographique en Basse-Bretagne* (*Travaux Lab. Géogr. Université*, Rennes, n° 3, 1904, p. 323).

roches cristallines, travaillerait surtout latéralement, en creusant des criques arrondies entre des péninsules rocheuses.

L'action érosive de la mer sur les granites a été généralement exagérée. M. Cayeux a montré l'insignifiance du taux séculaire de l'érosion marine aux dépens du granite. La formation des anses arrondies est commandée, et préparée, par la répartition des dépôts quaternaires superficiels : head, limon et loess, qui colmatent, et masquent, les irrégularités de la surface accidentée du substratum rocheux. Ce relief est empâté et fossilisé, dans les zones continentales; partiellement exhumé le long de la frange littorale, et presque totalement décapé dans la zone de battement des marées. Les anses arrondies sont creusées, non dans le granite, mais dans les limons quaternaires, dont l'éboulement résulte de l'action combinée des eaux d'infiltration et de la mer.

La répartition des galets dans ces anses est due, non seulement à l'action des courants actuels, mais aussi à la présence ou à l'absence, en falaise, d'amas plus ou moins importants de head, ou de galets quaternaires. Une grande partie des galets de plage provient directement de la falaise surplombante, et l'on trouve sur l'estran (qui est en quelque sorte le reflet de la falaise) tous les stades du passage entre le bloc anguleux provenant du head de solifluxion, et le galet poli, et parfaitement arrondi. La dissémination des galets le long du littoral se fait à partir des falaises riches en matériaux rocheux quaternaires, et suivant le régime local des courants.

L'affouillement du revêtement meuble colmatant les pointes rocheuses dégage souvent des îlots, ou écueils, préexistants, recouverts de limon, et reliés aux falaises rocheuses, situées en arrière, par des coulées de blocaux de solifluxion (head). Lorsque l'exhumation de ce relief ancien est poussée plus loin, les champs de blocs de head s'éboulent sur l'estran, reliant ainsi l'îlot au littoral. Certains de ces blocs sont ensuite usés sur place, polis par la mer, et transformés en galets. Mais, sous un placage, plus ou moins épais, de ces galets récents on peut retrouver les blocs de la coulée pierreuse primitive. De nombreux petits tombolos de la côte de l'Arcouest n'ont pas d'autre origine; la mer n'a donc pas édifié ces chaussées de galets, elle se borne à utiliser, en les polissant, les matériaux transportés au Monastirien par les coulées de boue.

En résumé : 1° Les mêmes matériaux rocheux sont fréquemment repris le long du littoral dans plusieurs cycles successifs.

2° L'érosion marine et le jeu des causes actuelles ne suffisent pas à expliquer l'évolution récente du littoral armoricain. Pour saisir la formation

des moindres détails de la côte : tracé des anses, répartition des champs de blocs et de galets, formation des tombolos, etc., il faut faire intervenir un passé récent, et s'efforcer de retrouver sous les traits du paysage actuel les grandes lignes de l'histoire quaternaire.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *La décomposition et la désagrégation du granite à biotite au Japon et en Corée et les formes du modelé qui en résultent.* Note de M. **François Ruellan.**

Au milieu de la magnifique végétation qui couvre les montagnes japonaises on voit fréquemment des massifs blanchâtres, de topographie confuse, très affouillées par l'érosion. Les ravins gardent généralement leur couvert végétal, mais les arêtes qui les séparent sont complètement chauves. La surprise est grande lorsque l'on constate qu'il s'agit de massifs granitiques surmontés d'une arène épaisse. Ces montagnes décharnées ne se voient pas dans tous les terrains granitiques ou du moins dans toute leur étendue, car les sommets ont souvent une surface presque régulièrement aplanie. Il nous a donc paru intéressant de rechercher comment se produisent ces formes du relief des granites.

Le mont Rokko (932^m), situé au nord de Kobé, est formé par un granite à biotite avec du feldspath de couleur chair dont les éléments sont d'une grosseur moyenne. Au sommet se trouve un fragment de pénéplaine attaqué violemment par l'érosion torrentielle dont l'action est facilitée par la décomposition et la désagrégation sur place du granite. Nous avons pu observer la section de blocs brisés. Du noyau central intact de la boule de granite on passait d'abord à une partie altérée rougeâtre épaisse de quelques centimètres qui avait gardé sa cohésion avec la roche fraîche mais avait, pris une couleur rougeâtre par suite de l'oxydation du fer contenu dans la biotite. Puis venait une écorce faite d'éléments également rougeâtres tenant encore ensemble sur une épaisseur de dix centimètres, mais qui s'étaient décollés du bloc dont ils étaient séparés par un intervalle de quelques millimètres. Par l'aspect rugueux de cette écorce on passait progressivement à l'arène où l'on retrouvait presque intacts les éléments constitutifs du granite. Cette désagrégation granuleuse du granite est très rapide au Japon sous l'influence des fortes précipitations pluvieuses et neigeuses suivies d'insolations qui, par 35° de latitude, réchauffent brusquement les

roches et provoquent des mouvements de l'eau par capillarité. L'humidité et la chaleur de l'air facilitent l'hydratation.

Les lamelles hydratées augmentent de volume, se soulèvent et ne reviennent pas à leur ancienne position. Le gel ajoute son action et contribue à cette désagrégation surtout mécanique des granites en arènes granuleuses qui forment de grands éboulis de sables, où le ruissellement et les glissements produisent des aspects singuliers : crêtes de sables en forme d'arêtes ou de dents de scie, amas de blocs enrobés dans leur carapace d'arène et qui ressemblent à des poupées emmaillotées, cirques torrentiels encombrés d'arène, de rochers et de pierrailles.

La fonte rapide des neiges, les pluies violentes amenées par les typhons et même les violents tremblements de terre provoquent l'écroulement de ces débris qui atteignent facilement les agglomérations de piémont. Le gouvernement japonais fait des travaux pour arrêter ces éboulements. A la surface de l'arène, fréquemment à nu, soumise aux chutes de pluie et aux violentes évaporations, il se forme, quand la pente diminue, une croûte dure produite par un ciment ferro-siliceux déposé par les eaux évaporées, sorte d'arkose, que l'on peut effriter, mais que, par temps sec, on ne peut briser qu'au marteau.

Cette violente érosion ronge la pénéplaine et la réduit à un squelette de crêtes déchiquetées où alternent rochers et arènes sans végétation ou presque.

La végétation ne tient pas dans cette arène. Elle s'installe d'abord dans les diaclases des roches qu'elle contribue à élargir, mais, dès que se forme l'arène mobile, l'arbre s'incline jusqu'au moment où un éboulement, de fortes pluies décapent les racines et l'entraînent dans le torrent voisin. Dans un pays où la végétation est toute puissante, il est piquant de voir que les pentes des massifs granitiques restent chauves et comme décharnées.

Dans les lits des torrents, l'érosion, alternativement subaérienne et fluviale, forme de magnifiques lapiés dans les granites.

Dans les Alpes japonaises, au Tubakuro (2763^m) les phénomènes de déflatation, d'éclatement de roches, les avalanches ajoutent leur effet; la pente rend l'attaque très brutale et, le plus souvent, la pénéplaine est réduite à une crête étroite. Au contraire, dans le petit massif granitique peu élevé (300^m) situé au sud du mont Hiei, la pénéplaine est respectée et l'on trouve même la marque d'un second cycle.

En Corée, où l'hiver est une saison sèche et froide, l'arène se forme moins vite, mais, après un été chaud et très pluvieux, pendant lequel les roches s'imbibent d'eau, les phénomènes d'éclatement jouent l'hiver un

très grand rôle et les formes du relief au Kongo-San dépendent surtout de la disposition des diaclases et de leur direction. La désagrégation granuleuse reprend sa force dans la région maritime où le froid est moins intense.

En Chine, à Hong-Kong, on observe aussi une surface ancienne au sommet du Peak, des crêtes décharnées aux arêtes vives sur les versants, et, dans une carrière, des blocs de granite enrobés dans une épaisse arène.

Il nous semble donc que le régime de pluies abondantes, mais intermittentes dans un climat subtropical à très fortes variations de température où la chaleur et les grosses précipitations se produisent à la même époque, conditions que réalisent les moussons au Japon, partiellement en Corée et localement en Chine, peut produire une décomposition et une désagrégation granuleuses rapides du granite à moyens et gros éléments qui laisse des chaos de blocs altérés et une épaisse arène. Dans le nord de l'Europe Occidentale, les granites de même nature ne s'altèrent pas aussi facilement et l'on peut se demander si les chaos qu'on y observe n'ont pas été formés dans un climat humide à fortes variations de température avec un été très chaud et très pluvieux.

C'est le climat en effet qui explique la décomposition et la désagrégation granuleuse du granite, l'action violente du ruissellement et celle de la végétation. Qu'un des facteurs varie, l'action s'accélère ou se ralentit et le relief se transforme. Mais la pente est un autre facteur essentiel notamment pour le développement de ces formes de prime jeunesse que nous avons décrites. Au Japon précisément, les mouvements récents qui ont compartimenté le pays en une marqueterie de horsts et de fossés ont redonné généralement une force extraordinaire à l'érosion. Les versants des torrents se recoupent fréquemment, les formes concaves dominent et se maintiendront jusqu'au moment où la pente se trouvera diminuée par l'effet du travail d'érosion. A ce moment les arènes seront moins facilement entrainées, les croupes se développeront, les ravins seront remplacés par des vallons où l'arène séjournera et se décomposera en éléments fins.

Enfin la nature, la composition et la disposition des diaclases de la roche peuvent varier sensiblement et donner des formes différentes dans des régions très voisines. Il est donc essentiel de tenir compte des combinaisons locales des phénomènes, non seulement actuelles mais passées, pour expliquer la variété du relief produit dans le granite à biotite par l'érosion.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les phénomènes des puits souffleurs du pays de Caux.* Note (¹) de MM. **Caulle** et **Idrac**, présentée par M. Ch. Maurain.

Il existe dans le pays de Caux des puits creusés dans le but d'extraire de la marne à une profondeur d'une vingtaine de mètres et qui présentent la curieuse particularité de souffler ou d'aspirer de l'air, suivant les circonstances atmosphériques. Ce phénomène, connu depuis longtemps des habitants du pays, leur permet même, disent-ils, de prévoir le temps. Ce fait est d'autant plus curieux que ces puits ne communiquent qu'avec des chambres peu spacieuses, et le soufflement ou l'aspiration de l'air se produit, même quand le puits creusé jusqu'à une trentaine de mètres ne communique avec aucune galerie d'exploitation, comme nous avons pu nous en convaincre nous-mêmes en y descendant.

Le terrain dans lequel ils sont creusés est une craie compacte recouverte d'une couche argileuse imperméable, ne présentant que des cavités sans importance. Les plus grandes rencontrées et exceptionnellement par les marniers, ne dépassent pas 2 ou 3^{m^3}.

Nous avons donc pensé qu'il serait intéressant d'étudier ce phénomène et de le comparer aux variations des différentes caractéristiques atmosphériques.

Pour cela nous avons placé, en surface et au fond de ces puits, des baromètres, thermomètres et hygromètres enregistreurs ainsi qu'un anémomètre dont l'enregistrement obtenu photographiquement donne sur une pellicule la direction et la vitesse du courant d'air; cet enregistrement pouvant se prolonger pendant 7 jours sans changer de pellicule.

Afin d'augmenter un peu le débit de l'air dans l'anémomètre, l'orifice du puits a été restreint à un carré de 33^{cm} de côté. Dans ces conditions, la vitesse du courant atteint, à certains moments, plus de 4^{m} par seconde, correspondant à un débit de 1400^{m^3} à l'heure, malgré que le volume des chambres de cette marnière ne soit que de quelques centaines de mètres cubes.

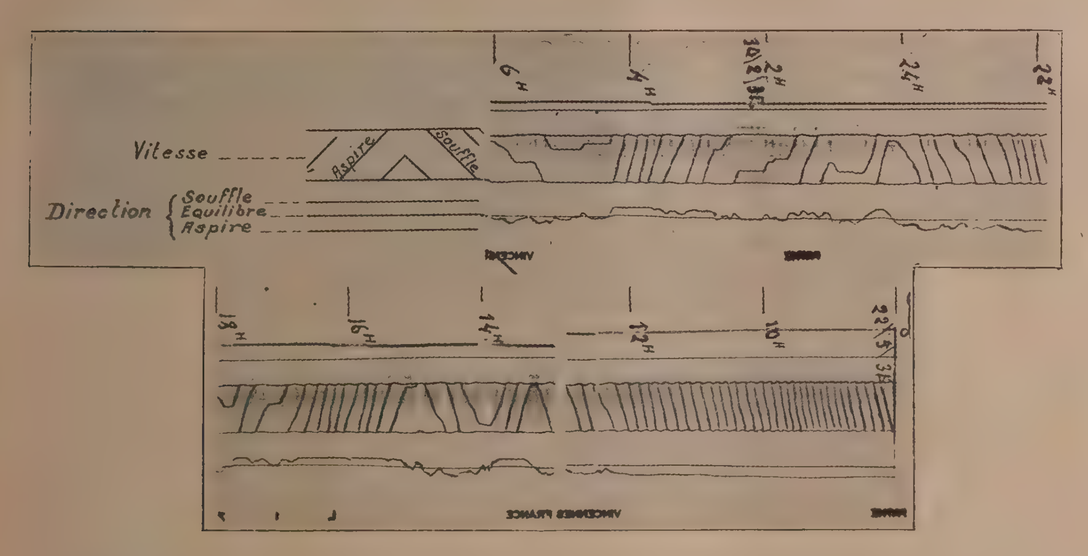
Une cabane ne communiquant que par des fentes avec l'extérieur permet d'éliminer les effets de pression statique dus au vent.

Une série d'enregistrements a déjà été obtenue depuis plusieurs mois. Quoique l'étude ne soit pas encore terminée, on peut néanmoins affirmer

(¹) Séance du 15 juin 1931.

dès maintenant que les variations de vitesse et de direction du courant d'air sont en relations intimes avec les variations de la pression atmosphérique, le puits soufflant quand le baromètre descend et aspirant quand il monte.

Les mesures de débit d'air, comparées aux variations de la pression, montrent que tout se passe comme si le puits était en communication avec une chambre d'une capacité de 2 millions de mètres cubes environ.



Exemple d'inscription du souffle des puits souffleurs. En allant de droite à gauche, les traits sont inclinés de bas en haut quand le puits aspire et de haut en bas quand il souffle. L'inclinaison est d'autant plus forte que le débit du puits est plus grand. Le passage d'un trait au suivant correspond au passage de 25 mètres cubes. La courbe inférieure, inscription de l'inclinaison d'un volet, précise le sens en cas de débits trop faibles pour faire tourner le moulinet.

Nous avons pensé qu'il fallait chercher l'explication de ce fait dans la porosité de la craie où est creusé ce puits, et l'imperméabilité de la couche argileuse qui la recouvre. La craie en effet, ainsi que l'ont montré des expériences directes faites au laboratoire avec des échantillons prélevés sur place, présente une assez grande perméabilité et les vides capillaires que l'on y rencontre forment 32 pour 100 du volume total. Le phénomène s'explique donc en admettant que le puits est en communication avec les canaux capillaires de la craie se prolongeant dans un volume de 6.000.000 de m³ de terrain. Nous serions donc en présence d'une gigantesque bouteille thermos offerte par la nature, la température, à ces profondeurs, ne variant que de quelques dixièmes de degré et l'air qui circule dans les canaux

capillaires de la craie prenant très rapidement la température du terrain; cette bouteille naturelle devra souffler ou aspirer de l'air suivant les variations de la pression extérieure.

L'étude se poursuit afin de voir quel retard le frottement le long des canaux exerce sur la correspondance des variations de pression extérieure et de débit.

Il est toutefois intéressant, dès maintenant, de constater l'existence d'un moyen mis par la nature à notre disposition et qui permet et a permis, bien avant l'invention du baromètre, de connaître les valeurs de la tendance barométrique avec une précision sans doute bien supérieure à celle des baromètres usuels. Ceci montre que les dictons populaires ne doivent pas être rejetés de prime abord et ont parfois des bases sérieuses.

On peut en conclure également que, dans les mines, le grisou doit vraisemblablement se trouver en plus grande quantité par baisse que par hausse barométrique.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le principe sucré du Kaá-hê-é* (Stevia Rebaudiana *Bertoni*) : II. *Les produits d'hydrolyse diastasique du stévioside; glucose et stéviol.* Note de MM. **M. Bridel** et **R. Lavieille**, transmise par M. L. Mangin.

Nous avons donné (¹) la préparation et un certain nombre de propriétés du stévioside, glucoside à saveur sucrée du Kaá-hê-é. Le stévioside ayant résisté à l'action de tous les produits fermentaires essayés, il nous avait fallu recourir à l'hydrolyse acide par l'acide sulfurique à 5 pour 100, à +100°. On obtient ainsi 66,70 pour 100 de glucose et 40,38 pour 100 d'un produit non glucidique, cristallisé, le stéviol.

Depuis, nous avons réussi à hydrolyser le stévioside par le suc digestif de l'*Helix Pomatia* et ce sont les résultats de cette hydrolyse que nous donnons dans cette Note.

On a fait dissoudre 3^g de stévioside dans 600^{cm^3} d'eau contenant 15^{cm^3} de suc digestif d'Escargot. La rotation calculée était de $-22'$ ($l=2$) et le liquide contenait $0^g,013$ de sucre réducteur, exprimé en glucose, pour 100^{cm^3}, cette réduction étant due au stévioside lui-même. La solution, additionnée de toluène, a été mise à l'étuve à $+32°$. Après quelquss heures, un trouble a commencé à se former qui a augmenté peu à peu. En 2 jours, il s'est fait un précipité blanchâtre qui s'est rassemblé à la surface du

[1] *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1123.

liquide. Ce précipité est constitué, au microscope, par un amas de longues aiguilles fines enchevêtrées. L'examen du liquide a été fait le cinquième et le dixième jour, après défécation à l'extrait de saturne et au sulfate de sodium.

Le cinquième jour, la rotation de la solution était de $+18'$ et il existait $0^g,287$ de sucre réducteur exprimé en glucose, pour 100^{cm^3} : 90,5 pour 100 du stévioside avaient été hydrolysés. L'indice de réduction enzymolytique est de 411, tout à fait voisin de celui que l'on obtient par hydrolyse acide.

Le dixième jour la composition du liquide était la même.

Il semble donc que l'hydrolyse du stévioside par le suc d'Escargot se fasse, au début, très rapidement; elle s'arrête avant d'être totale à cause, vraisemblablement, d'une altération du ferment, qui se manifeste par la formation d'un précipité amorphe tombant au fond du flacon.

Les produits d'hydrolyse ont été extraits de la façon suivante : le liquide a été épuisé à l'éther qui a dissous le principe non glucidique, puis déféqué et distillé à sec. Après plusieurs traitements à l'alcool à 95^c, on a obtenu le sucre à l'état cristallisé. Ce sucre a été identifié au glucose-*d*, par sa forme cristalline, son pouvoir rotatoire et son pouvoir réducteur : le sucre de l'hydrolyse diastasique du stévioside est donc du glucose-*d*.

Pour extraire le produit non glucidique, nous avons évaporé la solution éthérée. Le résidu sec, cristallisé, pesant $1^g,10$, constitue le stéviol. Il a été purifié par cristallisation dans l'alcool à 50°. On a obtenu $0^g,67$ de produit pur.

Le stéviol de l'hydrolyse fermentaire est cristallisé en longues aiguilles, très fines. Il perd 9,15 pour 100 de son poids, dans le vide, à $+50$-$55°$. Ainsi desséché à poids constant, il est stable à l'air et fond à $+217°$, au bloc Maquenne.

Le stéviol est actif sur la lumière polarisée, ce qui est assez rare pour les produits d'hydrolyse non glucidiques des glucosides.

α_D 94°,66, en solution dans l'alcool à 95°, pour le produit anhydre. Il est très soluble dans l'ammoniaque et la solution ammoniacale donne un précipité gélatineux par addition de faibles quantités de solutions de soude ou de potasse.

Il ne se dissout pas dans les solutions de soude ou de potasse au cinquième et donne un produit gélatineux.

On peut obtenir une solution aqueuse de la combinaison potassique de la façon suivante :

A une solution de stéviol dans l'alcool absolu, on ajoute une solution alcoolique de potasse diluée, en présence de phénolphtaléine. Il faut ajouter un poids de potasse, dans le rapport de 56 de KOH pour 310,7 de stéviol. Par évaporation, on obtient un produit bien cristallisé, soluble dans l'eau, qui représente la combinaison potassique du stéviol. La solution aqueuse donne un précipité gélatineux par addition de soude ou de potasse, ce qui montre que pour obtenir une solution aqueuse de la combinaison potassique, il ne faut pas ajouter un excès d'alcali qui la rend insoluble. La solution

aqueuse est décomposée facilement par le gaz carbonique et le précipité formé est cristallisé et identique au stéviol.

Les propriétés acides du stéviol ne sont donc pas dues à un groupement carboxylé, mais à un oxhydryle de nature vraisemblablement phénolique.

L'analyse élémentaire et la détermination du poids moléculaire permettent de proposer pour le stéviol la formule $C^{20}H^{30}O^{3}$.

Le stévioside donnant par hydrolyse acide, 66,70 pour 100 de glucose et 40,38 pour 100 de stéviol, nous proposons pour le stévioside la formule $C^{38}H^{60}O^{18}$ et l'équation d'hydrolyse

$$\underset{(804)}{C^{38}H^{60}O^{18}} + 3H^{2}O = \underset{(318)}{C^{20}H^{30}O^{3}} + \underset{(3\times 180)}{3C^{6}H^{12}O^{6}}$$

qui concorde avec toutes les propriétés et la composition que nous avons trouvées pour le stévioside.

Le stévioside serait ainsi un glucoside contenant trois molécules de glucose. Le glucose est lié au stéviol, dans le stévioside, par l'oxhydryle acide du stéviol, car le stévioside ne possède plus les propriétés acides du stéviol.

Il est très probable que les trois molécules de glucose sont liées entre elles sous forme d'un trihologlucoside qu'il serait intéressant de pouvoir préparer.

BIOLOGIE VÉGÉTALE — *Corrélations spécifiques constatées chez quelques Scilles portugaises.* (Scilla monophyllos *Link*, S. Ramburei *Boiss.*, S. odorata *Link*). Note de M. **Pierre Chouard**, présentée par M. Blaringhem.

Dans un Mémoire consacré à l'étude de Liliacées bulbeuses [1] j'ai montré que les espèces se groupent en sections définies par la présence, en corrélation constante et étroite, de nombreux caractères bien distincts concernant l'inflorescence, la structure et le développement du bulbe, la forme de la plantule, etc.; et j'ai pu établir que la présence d'un ou deux de ces caractères permet d'affirmer l'existence de tous les autres. En particulier j'ai montré que *Scilla verna* L., *S. Lilio-Hyacinthus* L., plantes répandues dans le domaine atlantique et que j'avais pu suivre sur le vivant à tous les stades de leur développement, offrent un ensemble de caractères corrélatifs

[1] P. Chouard, *Types de développement de l'appareil végétatif chez les Scillées.* (*Ann. Sc. Nat, Bot.*, 10e série, **13**, 1931, p. 131 à 323, et *Thèse*, *Paris*, 1930.)

qui permettent de les rapprocher dans une même section. Dans cette section, et plus près de *Scilla verna*, j'ai réuni également les *Scilla monophyllos* Link, *Ramburei* Boiss, et *odorata* Link pour lesquelles mon étude n'avait pu porter que sur les échantillons secs de l'herbier du Muséum. Ces trois epèces principalement ou exclusivement ibériques, montrent en herbier des hampes rigides et des bractées florales simples ou allongées. Me fondant sur ces deux caractères qui leur sont communs avec *Scilla verna*, je n'avais pas hésité à les classer toutes ensemble dans le même type biologique, leur attribuant ainsi par avance tous les autres caractères du bulbe et de la plantule connus seulement sur *Scilla verna*.

Un voyage récent fait au Portugal (7-22 avril 1931), puis un envoi très obligeant de M. et Mme Allorge, m'ont permis d'étudier sur le vif ces trois espèces. J'ai pu constater ainsi qu'aux caractères de la hampe fructifère et des bractées florales s'ajoutaient les principaux caractères suivants : beaucoup de racines sont ramifiées; les bulbes, ordinairement écailleux à l'âge adulte, sont à renouvellement progressif en plusieurs années; ils sont pourvus d'amidon; les écailles sont à bords droits ou presque droits; il y a un assez grand nombre d'écailles sèches enveloppant le bulbe. Tous ces caractères sont précisément ceux du type comprenant *Scilla verna*.

De plus, une singularité que je n'ai observée jusqu'ici que chez *Scilla verna* et les espèces du même type, ainsi que chez *S. peruviana* L., se présente exactement de la même façon chez ces espèces portugaises : c'est une petite bractée située à la base de la hampe florale, à l'intérieur du bulbe. Chez *Scilla verna*, cette bractée est très fréquente, mais parfois réduite à un vestige imperceptible. Chez *Scilla odorata* elle s'est trouvée assez fréquente; elle est presque constante chez *Scilla monophyllos* et chez *S. Ramburei*.

Enfin, pour *S. monophyllos*, j'ai pu compléter mes observations par l'examen des plantules récoltées sur place (Bussaco). Celles-ci sont exactement du type attendu, semblables à celles de *Scilla verna*, c'est-à-dire à gaine cotylédonaire hypogée, courte et tubérisée.

Tous les principaux caractères des trois Scilles portugaises sont donc ainsi les mêmes que ceux de *Scilla verna*, et le rapprochement que j'avais indiqué y trouve sa confirmation. J'aurai, dans la suite, à montrer des corrélations analogues également vérifiées dans tout le groupe des Liliiflores.

Cependant *Scilla monophyllos* a un bulbe composé principalement de pièces tuniquées plus ou moins échancrées, quelques unes parfois complètement fendues. Cette disposition est exactement celle que présentent tous les autres bulbes écailleux des Scilles durant les premières années, avant de fleurir. La ressemblance avec les bulbes jeunes est accrue par le fait que

Scilla monophyllos ne produit annuellement qu'une seule feuille en général; mais cette feuille, il est vrai, est plate et large et non cylindrique. *Scilla monophyllos* offre donc l'exemple, jusqu'ici unique, d'une Scille parvenant à fleurir tout en conservant dans son appareil végétatif tubérisé une structure qu'on ne trouve qu'à l'état infantile chez les autres espèces. Au point de vue de l'anatomie comparée et de la biologie, *Scilla monophyllos* peut être dite néoténique par rapport à *Scilla verna* ou à *S. Ramburei*, comme les *Retinospora* le sont par rapport aux *Biota*, ou l'Axolotl par rapport à l'Amblystome.

En résumé j'ai montré que les corrélations établies pour *Scille verna* entre le bulbe, l'inflorescence et la plantule, sont observées également, comme je l'avais annoncé, pour les trois Scilles portugaises : *S. monophyllos*, *Ramburei*, et *odorata*. La singularité d'une petite bractée à la base de la hampe florale en dedans du bulbe est notée chez toutes les espèces. Enfin, la similitude des corrélations permet de rapprocher ces diverses Scilles en un même groupe systématique, tout en esquissant leurs relations mutuelles, *S. monophyllos* se présentant comme la forme néoténique du groupe.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Origine bactérienne des tumeurs de l'orme.* Note de M. **Émery**.

Les galles de l'orme, appelées aussi loupes, constituent de véritables tumeurs ligneuses dont l'origine certaine était inconnue jusqu'à présent. On les attribuait aux piqûres d'insectes, aux champignons inférieurs, tels les Exoascées, mais, depuis les travaux d'Erwin Smith (¹) sur le cancer des plantes, l'action cécidogène du *bacterium tumefaciens* pouvait également être mise en cause.

On sait les difficultés éprouvées par Erwin Smith, avant qu'il ait découvert cette bactérie dans les crown-galls étudiés par lui durant plusieurs années. Elle prolifère peu, localement; on ne la trouve pas dans le parenchyme tumoral du crown-gall, mais plutôt à la périphérie et à la surface, ainsi que l'ont confirmé M. Magrou (²) et nous-mêmes dans un récent Mémoire (³).

(¹) Erwin F. Smith, *Bacteria in relation to plant diseases*, 2, 1926, p. 90.

(²) Magrou, *Recherches anatomiques et bactériologiques sur le cancer des plantes* (*Annales de l'Institut Pasteur*, 41, juillet 1927, p. 785).

(³) Émery et Prat, *Étude d'une tumeur du chrysanthème cultivé* (*Bulletin de la Société Nationale d'Horticulture de France*, 4, 1931, p. 182-229).

C'est en me basant sur ces remarques antérieures que, cherchant à déceler la présence éventuelle du *Bacterium tumefaciens* dans les tumeurs de l'orme, j'ai employé un procédé qui m'a permis, l'an dernier, d'isoler la bactérie dans ces tumeurs.

Choisissant une partie néo-formée, en période de développement, j'ai découpé à la scie, des fragments sous une épaisseur de quelques millimètres; je les ai ensuite brisés par flexion afin d'éviter le contact d'un outil. Faisant pénétrer aussitôt une fine pointe stérilisée sous la partie corticale, j'ai ensemencé des tubes de gélose, et répété nombre de fois la même opération.

C'est ainsi que j'ai pu, en persévérant, isoler une colonie présentant les caractères macroscopiques du *B. tumefaciens;* l'examen microscopique, ainsi que l'expérimentation par inoculation au pélargonium, m'ont permis de l'identifier sans aucun doute possible.

Mais l'intérêt principal réside surtout dans l'inoculation d'un jeune ormeau, au collet d'abord, puis sur la tige. Trois mois après la plante en pot a été rentrée pour hiverner, elle portait une tumeur au collet et une autre plus petite sur la tige.

Pendant l'hiver ces tumeurs sont restées à l'état latent, puis, sous l'influence de la sève printanière, elles se sont développées progressivement cette année, particulièrement celle du collet; elles atteignent en ce moment un volume double de celui constaté l'an dernier en octobre..

Le petit arbrisseau, par contre, a peu poussé comparativement à un témoin, les cellules se portant surtout vers les tumeurs, ce qui a déterminé un antagonisme de croissance. La tige est restée grêle, elle présente sur la moitié de sa longueur, particulièrement vers la base, de *nombreuses petites métastases en voie de croissance.*

La plante reste en observation, mais, dès à présent on peut affirmer que les tumeurs des ormes ont une origine bactérienne. Elles sont causées par le *Bacterium tumefaciens* que j'ai isolé d'une de ces tumeurs, et avec lequel j'ai reproduit expérimentalement, sur un ormeau, le processus d'envahissement.

ZOOLOGIE. — *Un nouveau Propithèque de Madagascar* (Propithecus Perrieri, sp. nov.). Note de M. **L. Lavauden**, présentée par M. P. Marchal.

Dès 1928 M. Perrier de la Bâthie avait attiré notre attention sur un Lémurien noir, qu'il avait rencontré dans la forêt d'Analamera, située au

sud-est de Diégo-Suarez, dans le nord de Madagascar, et qui lui avait semblé être un Propithèque.

Ce n'est qu'en avril 1931 qu'il nous a été possible d'obtenir quelques spécimens de cet animal, qui, comme nous le supposions, se trouve être nouveau pour la science et auquel nous avons donné le nom de *Propithecus perrieri* sp. nov.

Ce Propithèque, entièrement noir, rappellerait par son système de coloration le *Propithecus holomelas* Günther. Mais celui-ci habite le sud-est de Madagascar et il est généralement considéré comme une forme mélanique de *Propithecus edwardsi* Grandidier ; le *P. pierrieri* n'a rien de commun avec ce dernier, pas plus qu'avec aucun des grands Propithèques orientaux, du groupe *diadema*, dont une forme remonte jusqu'à Vohémar.

Notre nouvelle forme se rapprocherait davantage des petits Propithèques de l'Ouest (*P. coquereli* Schleg.), dont elle diffère surtout par sa couleur.

Le pelage du *P. perrieri* est entièrement d'un noir velouté ; les oreilles sont petites et glabres ; les yeux bruns, à reflets d'un vert bouteille. La taille est relativement réduite. Nous donnons ci-après les mensurations du type (mâle adulte) [1].

	m
Longueur, du bout du museau à la naissance de la queue	0,500
» de la queue	0,450
» du fémur	0,190
» du tibia	0,164
» de l'humérus	0,118
» du cubitus	0,140
Crâne : Longueur condylo-basale	0,084
Largeur zygomatique	0,058
» maximum de la boîte crânienne	0,048
» post-orbitaire	0,036

Le crâne est plus court et plus large (même en mesures absolues) que les crânes des grands Propithèques orientaux qui sont cependant des animaux de taille bien plus considérable.

Le *P. perrieri* ne se rencontre absolument que dans la forêt d'Analamera, qui mesure cinq ou six mille hectares. C'est un cas très net de cette étroite localisation des espèces qui caractérise si curieusement la faune de Madagascar.

(1) Nous ferons déposer ce type dans les collections du Muséum national d'Histoire naturelle.

Il peut sembler étonnant que cette espèce ait survécu et qu'elle soit restée inconnue jusqu'à nos jours. Mais ces faits s'expliquent lorsqu'on sait que cet animal est l'objet d'un *fady* (tabou) rigoureux parmi les indigènes (Antankara) de la région. Ceux-ci lui donnent le nom de *Radjako*, qui est le nom d'un héros légendaire dont ils seraient les descendants.

La forêt d'Analamera est également entièrement *fady*. Cette forêt est absolument sèche, sans sources connues. Les indigènes n'y vont pas et la considèrent comme interdite. Fort peu d'Européens y ont pénétré jusqu'ici. Il est probable qu'elle réserve encore à la science de nombreuses nouveautés botaniques et zoologiques.

PHYSIOLOGIE. — *Les ferments protéolytiques du suc intestinal et du suc pancréatique*. Note de MM. **E. Le Breton**, **F. Mocoroa** et **E. Stulz**, présentée par M. Roux.

En 1927 Waldschmidt-Leitz et J. Waldschmidt-Graser ont publié [1] le seul travail qui ait été exécuté, à notre connaissance, sur les ferments protéolytiques présents dans les sucs de secrétion de l'intestin et du pancréas, par l'école de Willstätter. Le but de ce travail était, en partie, de démontrer la supériorité de l'emploi des macérations de glandes ou de muqueuses sur celui des sucs de sécrétion, pour trancher de la nature et du nombre des ferments que ces sucs contiennent.

I. Ce travail ne contient qu'une seule expérience faite sur du suc pancréatique de secrétine recueilli par fistulisation du canal. Les auteurs y trouvent des ferments éreptiques en quantité *faible mais nette* [2]. Ils en concluent que la glande et le suc contiennent qualitativement les mêmes ferments et que, par suite, l'idée qu'il existe deux groupes de ferments dans la glande dont un seul passe dans la sécrétion, est à rejeter.

Nous avons montré, dans une Note précédente [3], le désaccord existant entre nos expériences et celle des auteurs allemands; avec leurs propres techniques nous n'avons, dans de nombreux sucs de fistule, *jamais trouvé de ferments éreptiques*. Pour comprendre l'origine de ce désaccord, nous avons repris d'anciennes expériences de Gley et Camus qui signalèrent de

---

(1) *Zeit. für physiol. Chem.*, **166**, 1927, p. 247.

(2) Unités d'érepsine par centimètre cube de suc pancréatique : 0,000055.

(3) *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1492.

1902 à 1904 que les sucs de peptone ou de pilocarpine étaient directement actifs sur les albumines naturelles, donc contenaient de la kinase. Nous nous sommes demandé si en changeant l'agent excito-secréteur on ne faisait pas apparaître dans le suc, à côté de la kinase, des ferments éreptiques endocellulaires.

Nous avons pu voir :

1° Que les sucs, obtenus par injection de secrétine préparée selon Bayliss et Starling (macération acide), étaient identiques à ceux que nous avons recueillis suivant la technique de Delezenne : ils ne contenaient ni ferments éreptiques ni kinase.

2° Que les sucs de peptone (injections de peptone de Witte à 2 pour 100; 1^{cm^3} par kilogramme toutes les 30 minutes) étaient également *inactifs* quand on les recueille dans du quartz à 0°, mais que leur auto-activation était plus rapide; ils contiennent des ferments éreptiques en faible quantité : 0,006 à 0,0002 unités de dipeptidase par 1^{cm^3} de suc.

3° Que les sucs de pilocarpine étaient toujours *actifs* $\left(\text{le rapport } \frac{\text{protéinase active}}{\text{protéinase totale}} \text{ variant de } \frac{1}{3} \text{ à } \frac{2}{3}\right)$ et *contenaient des quantités importantes de ferments éreptiques endocellulaires* (dipeptidase polypeptidase). Pour nous la présence dans le suc soit de *protéinase active* (kinase) soit *ferments éreptiques* est le test de lésions de la cellule pancréatique dues soit à l'agent excito-secréteur soit à l'anesthésique employé.

II. Waldschmidt-Leitz, dans ce même travail, conclut que dans le suc intestinal l'entérokinase qui accompagne l'érepsine n'est pas un produit de sécrétion de la muqueuse : elle est soit d'origine pancréatique (suc normal), soit d'origine leucocytaire (suc d'anse isolée). Par des lavages répétés d'une anse intestinale isolée il voit disparaître peu à peu l'entérokinase, mais pas l'érepsine.

Nous avons réalisé chez le chien une anse duodénale isolée et conservé l'animal 3 mois. Le suc intestinal a été recueilli soit par secrétion spontanée après un repas de viande, soit par trois ou quatre lavages répétés de l'anse avec du NaCl à 9 pour 1000. Dans tous les cas le suc a été centrifugé pour éliminer les leucocytes.

Nous *n'avons jamais pu recueillir un suc contenant des ferments éreptiques et pas de kinase.*

Nous ne pouvons donc nous rallier à la théorie émise par Willstätter en 1925 et confirmée par Waldschmidt-Leitz et Waldschmidt-Graser en 1927 à savoir : que le suc pancréatique normal contient *tous* les ferments

de la glande et que d'autre par la muqueuse intestinale aurait comme rôle de transformer simplement la prokinase en kinase. Nous admettons au contraire (et notre opinion s'appuie sur de nombreuses expériences dont le détail paraîtra ailleurs).

1° Que seuls les sucs pancréatiques anormaux contiennent des ferments éreptiques ou de la kinase, ou parfois les deux.

2° Qu'indépendamment de toute kinase d'origine pancréatique le suc intestinal contient toujours à côté des ferments éreptiques de l'entérokinase.

PHARMACOLOGIE. — *Sur le mécanisme de l'action antiglycosurique de la santonine*. Note de M. **Albert Leulier** et Mme **Andrée Roche**, présentée par M. H. Vincent.

L'action antiglycosurique de la santonine (Séjournet) est connue depuis fort longtemps. L'un d'entre nous (A. Leulier) a eu l'occasion à plusieurs reprises d'en vérifier l'efficacité. L'étude systématique du mode d'action de cette substance n'a pas été entreprise jusqu'ici, à notre connaissance tout au moins. De très nombreuses expériences sur le rat, le lapin, nous ont montré que cette substance ne possède aucune action certaine sur la glycémie. Aussi nous sommes nous demandés si l'action antiglycosurique de la santonine n'était pas le fait d'un mécanisme rénal. On peut penser en effet que l'abaissement marqué de la glycosurie observée chez certains diabétiques, après ingestion de santonine, pouvait avoir comme origine une élévation du seuil rénal du glucose. S'il en est bien ainsi, la santonine doit posséder une action antagoniste de celle de substances qui, comme la phloridzine, provoquent la glycosurie par abaissement du même seuil. C'est cette hypothèse que nous avons essayé de vérifier.

Des lapins de 2 à 3^{kg}, à jeun depuis 12 heures, reçoivent en injection sous-cutanée 1 à 2^{g} de phloridzine. La glycosurie apparaît au bout de 2 heures environ, et, après 4 heures d'expérience, elle présente un taux constant qui se maintient pendant à peu près 10 heures, puis diminue progressivement. Elle disparaît en 30-36 heures. Le taux maximum de cette glycosurie varie d'un animal à l'autre, mais son évolution dans le temps a toujours présenté les caractères que nous venons d'indiquer dans une dizaine d'expériences.

Si, lorsque la glycosurie a atteint une valeur constante, l'on injecte par voie sous-cutanée 200 à 500^{mg} de santonine en solution dans de l'eau de chaux, le taux de la glycosurie s'abaisse brusquement 2 heures environ

après l'injection et devient même parfois nulle 5 à 6 heures plus tard. Par ailleurs les quantités d'urine émise et de glucose excrété sont fortement diminuées par l'injection de santonine.

Voici à titre d'exemple les détails d'une expérience témoin et d'un essai de l'action de la santonine :

Temps après l'injection de phloridzine.	I. — Lapin de 2kg,110 (1g,5 de phloridzine). Glucose urinaire. Concentration pour 1000.	Quantité.	II. — Lapin de 2kg,200 (1g,5 de phloridzine). Glucose urinaire. Concentration pour 1000.	Quantité.
h	g	g	g	g
1,30	31,8	0,38	–	–
2,15	–	–	90	1,75
3,00	65,6	0,89	88	1,20
4,00	90,8	0,46	88	0,40
			Injection de 200mg de santonine.	
5,00	90,8	0,27	83	0,42
6,00	90,8	0,27	90	0,49
7,00	90,8	0,27	40	0,32
8,00	92,0	0,30	8	0,24
9,00	90,5	0,29	4	0,10
12,00	70,2	1,00	–	–
23,00	29,5	1,50	0	0,00
30,00	20,4	0,71	0	0,00

Les conclusions suivantes peuvent être tirées de ces expériences :

1° La santonine ne possède pas d'action nette sur la glycémie des animaux normaux;

2° L'action antiglycosurique de la santonine est probablement due à l'élévation du seuil rénal du glucose; elle est antagoniste de celle de la phloridzine;

3° Au point de vue thérapeutique, la santonine peut donc être un adjuvant utile de l'insuline dans le traitement de certains diabètes. L'expérimentation clinique de ce corps mérite d'être reprise.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Formation dans les exsudats articulaires, de fibrine en dehors du fibrinogène d'origine sanguine; rôle des cellules blanches.* Note [1] de MM. **Maurice Piettre** et **Boris Celan**, présentée par M. Achard.

Les récentes recherches de M. Achard [2] sur les mucines et les protéines sériques des exsudats articulaires ont conduit d'une part à la découverte, par Sabrazès et R. de Grailly (*Bull. Soc. Biologie*, 1931, p. 1155), de cellules à mucus dans les franges synoviales, et d'autre part à l'étude d'un nouveau mécanisme de formation de la fibrine dans ces mêmes exsudats.

I. Il existe chez les jeunes bovidés une affection fréquente, bien étudiée, en pathologie animale, particulièrement par M. G. Moussu, sous le nom de polyarthrite du veau, et dont l'origine est rapportée à une infection colibacilaire du cordon ombilicale, après la naissance, suivie de métastases articulaires ou tendineuses, comme dans la gonococcie chez l'homme.

L'exsudat, dans les cas d'inflammation subaiguë avec diapède intense, peu abondant, de 25 à 60^{cm^3}, très épais, peut être séparé par centrifugation en deux fractions : l'une liquide, visqueuse, ambrée contenant mucines, lipides, sels et, l'autre semi-solide visqueuse, de coloration grisâtre ou gris rosé et constituée par des membranes fibrineuses, des floculats de leucocytes de différentes catégories englobés dans un réticulum fibrineux plus ou moins serré, enfin par des leucocytes libres et quelques hématies.

II. La fibrine existe à trois états : *libre*, *mêlée* intimement aux éléments figurés et *dispersée* dans la phase liquide, alcaline et salée (NaCl 5,8 pour 100 en moyenne).

Voici les dosages obtenus dans huit cas :

Pour 100^{cm^3} d'exsudat total.

Fibrine libre.	Fibrine dispersée dans la phase liquide.	Résidu cellulaire et fibrineux.	Mucine.
0,131	0,058	0,46	4,78
0,14	0,15	0,705	4,52
0,367	0,029	1,10	5,73
0,98	0,07	1,16	4,98
0,06	Traces	0,15	3,75
1,03	0,12	1,54	5,97
0,27	0,05	0,32	5,12
0,31	0,08	2,08	4,79

(1) Séance du 29 juin 1931.

(2) Achard et Piettre, *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 1412 et 192, 1931, p. 996.

III. Les constatations suivantes montrent que les *cellules blanches jouent un rôle de premier plan dans la formation de la fibrine.*

Comme pour le sang, la coagulation de ces exsudats articulaires, commence sur les parois des récipients, puis gagne toute la surface et se propage lentement dans la profondeur. Au microscope, on observe un réticulum formé de fibrilles à structure granulaire ou au contraire de fines aiguilles à structure hyaline, dont le point de départ est non seulement la surface de leucocytes, mais la *substance même du protoplasma cellulaire.* Certains éléments désagrégés, réduits presque à leur noyau, apparaissent transformés en éléments fibrillaires ou aciculés.

Après 24 ou 48 heures de séjour à la chambre froide, des aiguilles ou filaments libres s'unissent parfois parallèlement, formant de véritables *petites lamelles fibrineuses* avec la structure et les réactions histochimiques classiques.

Si l'on étudie les transformations, au microscope, en déposant entre lame et lamelle, une goutte d'exsudat pris directement dans l'articulation, on peut suivre progressivement toutes les phases du phénomène. Parmi les cellules blanches en suspension, à côté de celles qui sont en mouvement dans les courants liquides, il en est qui se trouvent immobiles, fixées sur le verre. Déformées, gonflées, d'aspect clair, elles deviennent le siège de modifications très curieuses : hernie en un ou deux points du protoplasma, formation de pseudopodes qui se ramifient en filaments de plus en plus tenus, puis l'élément se désagrège presque complètement laissant à sa place le noyau plus ou moins morcelé. La *presque totalité du protoplasme s'est transformée en filaments granuleux qui s'accrochent à d'autres filaments voisins, ou en aiguilles à structure hyaline.*

L'évolution exige 10, 20 minutes, quelquefois davantage ; elle demanderait à être suivie à l'ultramicroscope, comme cela a été fait dans la coagulation du sang et fixé très avantageusement par la technique cinématographique. Dans certains cas l'alignement granulaire commence dans la cellule elle-même.

La progression des pseudopodes protoplasmiques dans le liquide ambiant semble favorisée par les mouvements browniens dont sont animées les granulations très réfringentes, souvent très abondantes dans les leucocytes.

Des constatations analogues sont faites, en soumettant les cellules blanches, préalablement lavées à l'eau physiologique (pour éliminer totalement mucine et éléments solides étrangers) à l'action des acides très dilués HCl $\frac{N}{50}$,

$\frac{N}{100}$, ou même de l'eau distillée. Dans ce dernier cas, très souvent cependant, les leucocytes se gonflent, éclatent, et leur protoplasma se disperse sans organisation fibrillaire ou aciculée.

La technique histologique, isolement des cellules blanches, lavages à l'eau salée, fixation sous lamelle avec le formol, met nettement en évidence le processus décrit plus haut, comme le montre la figure jointe. L'aspect des filaments, leur structure, leurs réactions histochimiques sont ceux de la fibrine.



Les gros macrophages, contenant parfois jusqu'à 15 noyaux phagocytés, ne participent pas à ces phénomènes.

Conclusion. — En dehors de l'intérêt qu'elles peuvent avoir au double point de vue histologique et physiologique, ces recherches apportent un moyen d'aborder *l'étude physique de la floculation de la matière organisée, sous un de ses aspects les plus curieux, l'orientation linéaire.*

BIOLOGIE MATHÉMATIQUE. — *Sur la statistique d'infestation des Pagures par les Chlorogaster.* Note de Mme **J. Kostitzine** et de M. **V. A. Kostitzin**, présentée par M. Hadamard.

1. M. Ch. Pérez [1] indique deux origines des groupes parasitiques qu'on trouve sur hôtes contaminés : 1° la contamination multiple par autant de larves s'inoculant dans le même hôte qu'on voit de sacs viscéraux; 2° la contamination unique suivie d'un processus particulier réalisant la multiplicité des sacs viscéraux.

La première hypothèse nous amène à une courbe de fréquence rapidement décroissante. Cette forme d'infestation multiple a parfois été observée, mais ce n'est pas le cas du Chlorogaster habitant sur les Pagures où la courbe de fréquence débute par un minimum, monte rapidement au maximum et décroît ensuite jusqu'à zéro. Nous allons montrer que la seconde hypothèse suggérée par M. Ch. Pérez explique très bien les choses.

2. Montrons tout d'abord que la probabilité de la première hypothèse est très petite. Désignons par N_p le nombre des Pagures porteurs de p sacs, par N le nombre total des Pagures, par N_0 le nombre des Pagures indemnes et par N_c le nombre des Pagures contaminés, enfin par $P = \Sigma p N_p$ le nombre total des sacs parasitaires. Alors la probabilité d'une distribution donnée de ces sacs sur les Pagures sera $\frac{N!\,P!}{N^P \Pi(p!)^{N_p} \Pi(N_p!)}$. La probabilité de la distribution correspondante à un seul sac sur chaque Pagure contaminé sera $\frac{N!}{N^P(N-P)!}$, et la probabilité relative de la première distribution est

$$\frac{P!(N-P)!}{\Pi(p!)^{N_p}\Pi(N_p)}.$$

C'est un nombre de l'ordre de 10^{-400}, ce qui montre que la première hypothèse est très peu probable.

3. Examinons la deuxième hypothèse en admettant que la contamination multiple soit impossible. Cette supposition est certes arbitraire, mais on peut s'en servir étant donné que, sur plus de 2000 Pagures examinés par M. Ch. Pérez, il n'y avait que 251 contaminés. On peut donc faire abstraction pour

[1] Ch. Pérez, *Statistique d'infestation des Pagures par Chlorogaster* (*Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1274).

le moment de la contamination multiple. Désignons par u l'âge du groupe de sacs sur un Pagure; $N_c \varphi(u)\,du$ le nombre des groupes de sacs d'âge $(u,\ u+du)$ ou, ce qui revient au même, le nombre de Pagures contaminés, il y a $(u,\ u+du)$ unités de temps. Ce nombre décroît à cause de la mortalité des Pagures et des parasites eux-mêmes; désignons le coefficient combiné de mortalité par $X(u)$; on a $X(u) = -\frac{\varphi'(u)}{\varphi(u)}$, on en tire $\varphi(u) = \varphi(0)e^{-\int_0^u X(s)\,ds}$. Introduisons ensuite la fonction de répartition des groupes de sacs $N_c \varphi(u)\psi(u, p)\,du\,dp$. C'est une fonction tout à fait analogue aux fonctions utilisées en statistique démographique, p. e. à la fonction de répartition de la population par rapport à deux caractères : l'âge et la taille. Dans notre cas le nombre des sacs sur un Pagure joue le rôle de la taille. On peut admettre que la fonction $\psi(u, p)$ a la forme $\psi(u, p) = \frac{1}{\beta(u)} V\left[\frac{p}{\beta(u)}\right]$. Enfin nous désignons par $N(p)\,dp$ le nombre de Pagures porteurs de $(p,\ p+dp)$ sacs viscéraux. On a ensuite évidemment $N_c = \int_0^\infty N(p)\,dp$, $1 = \int_0^\infty u(p)\,dp$. On obtient facilement l'équation

$$N(p) = N_c \int_0^\infty \frac{\varphi(u)}{\beta(u)} V\left[\frac{p}{\beta(u)}\right] du,$$

qui permet de déterminer la fonction de fréquence quand toutes les autres fonctions sont connues. On a en effet

$$V(p) = \frac{1}{2\pi p}\int_{-\infty}^{+\infty} p^{-iz} F(z)\,dz$$

en posant

$$F(z) = \frac{\int_0^\infty N(p)\,p^{iz}\,dp}{\int_0^\infty \varphi(u)\,[\beta(u)]^{iz}\,du}.$$

Les fonctions $\beta(u)$, $X(u)$ nous sont inconnues. En l'absence de données précises, on peut admettre que

$$\int_0^u X(s)\,ds = B u^\eta, \qquad \beta = A u^\varepsilon,$$

Ces hypothèses sont assez probables au point de vue qualitatif. Enfin la

fonction

$$N(p) = \frac{N(z)\,\dfrac{n}{m}\left(\dfrac{p}{z}\right)^{m}}{\left(\dfrac{p}{z}\right)^{n} + \dfrac{n-m}{m}}$$

donne une approximation suffisante des résultats statistiques de M. Ch. Pérez. On a en effet :

p.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
$N(p)$ mâles calc.....	2,3	7,8	15,7	24,5	29,0	24,2	15,5	8,8	5,1	3,0	1,9
$N(p)$ mâles obs.....	4	7	9	24	29	25	11	10	6	3	2
$N(p)$ fem. calc.....	3,0	10,0	20,0	29,3	29,3	19,5	1 ,8	5,7	3,2	1,9	-
$N(p)$ fem. obs.....	2	10	17	30	29	17	7	5	-	2	-
$N(p)$ tot. calc.....	5,3	17,8	35,7	53,8	58,3	43,7	26,3	14,5	8,3	4,9	-
$N(p)$ tot. obs......	6	17	26	54	58	42	18	15	6	5	-

On a pris comme paramètres

mâles : $n = 7$, $m = 1,75$, $z = 5,0$, $N(z) = 29$,
femelles : $n = 7$, $m = 1,75$, $z = 4,5$, $N(z) = 31$.

4. Admettons que $n = \frac{\eta}{\varepsilon}$, $m = \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon}$. Les fonctions $\varphi(p)$ et $\psi(u, p)$ se calculent facilement. On a

$$\psi(u, p) = \frac{[\beta(u)]^{n-m-1}\, n^{\frac{m+1}{n}}\, e^{-\frac{n-m}{m}[\beta(u)]^{n} p^{-n}}}{(n-m)^{\frac{m+1}{n}-1}\, \Pi\left(-\dfrac{m+1}{n}\right) p^{n-m}}.$$

C'est une des courbes de répartition usuelles en statistique mathématique ; qualitativement elle correspond bien à la répartition probable des Pagures par rapport à l'âge des groupes de sacs parasitaires et par rapport à p, en admettant que le nombre des sacs s'accroît jusqu'à une certaine limite avec le temps. On voit que la distribution observée par M. Ch. Pérez en résulte immédiatement. Par conséquent l'hypothèse de contamination unique explique bien les faits.

PHYSICO-CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la force électromotrice de filtration provoquée par l'ascension de la sève dans les plantes.* Note de M. **Néda Marinesco**, présentée par M. Jean Perrin.

I. En appliquant une f. e. m. aux extrémités d'un faisceau de capillaires plongeant dans une solution électrolytique on provoque un déplacement du liquide à travers l'ensemble de tubes; inversement, en provoquant un passage forcé de la solution ionique à travers ces capillaires on obtient aux deux extrémités du système de tubes une f. e. m. dite de filtration. Les deux phénomènes, parfaitement réversibles, sont dus à l'électrisation de contact (Helmholtz-Perrin).

II. Dans la nature on trouve des capillaires très fins constituant les vaisseaux ligneux et libériens des plantes. La sève monte à travers les vaisseaux ligneux, est élaborée dans les feuilles, ensuite renvoyée dans le reste de la plante par les vaisseaux libériens. Le débit descendant est de beaucoup inférieur au débit ascendant, par suite de la nutrition et de la transpiration du végétal. Ces deux courants de sève inégaux comme débit peuvent être mis en évidence par leurs f. e. m. de filtration respectives, qu'on peut mesurer au potentiomètre. Ainsi, par exemple, entre deux aiguilles de platine enfoncées l'une dans les racines, l'autre dans la tige (environ 2^{cm} au-dessus de la terre), il existe chez les Araucarias, chez les Géraniums et chez les Fuchsias une différence de potentiel E_0 pouvant atteindre et même dépasser à l'état normal 400 millivolts; dans ce cas la racine est toujours positive par rapport à la tige et la force électromotrice est, sans doute possible, créée par la montée de la sève. En effet en forçant la transpiration de la plante par une ventilation énergique ou par dessiccation de l'air (sous cloche), la f. e. m. racine-tige augmente [1]. Mieux encore, en coupant la plante et en aspirant énergiquement la sève par la section, E_0 augmente également, et diminue au contraire si au lieu d'aspirer on comprime. Bref cette différence de potentiel racine-tige peut servir de mesure relative pour le débit de la solution nutritive montante dans la plante. Or puisque l'ascension du liquide à travers les vaisseaux ligneux produit une f. e. m. de filtration, la réciproque est possible c'est-à-dire qu'en appliquant sur la tige en deux points convenables une différence de potentiel E' dirigée en sens contraire de E_0, on doit

(1) Entre certaines limites d'état hygrométrique.

provoquer un appel plus énergique de liquide nutritif et forcer la sève à monter plus abondamment ; au contraire en appliquant une f. e. m. E″ dirigée dans le même sens que E_0 on doit contrarier cette ascension. C'est ce qui arrive effectivement. J'ai réalisé un certain nombre d'expériences suivant le schéma de la figure 1. Les points de prise des aiguilles en platine *a*, *b*, et *c* sont espacés de quelques centimètres. On applique en E′ ou E″ une différence de potentiel variant de 0 à ± 4 volts et l'on mesure au potentiomètre la f. e. m. E_0 proportionnelle au débit du liquide ascendant.

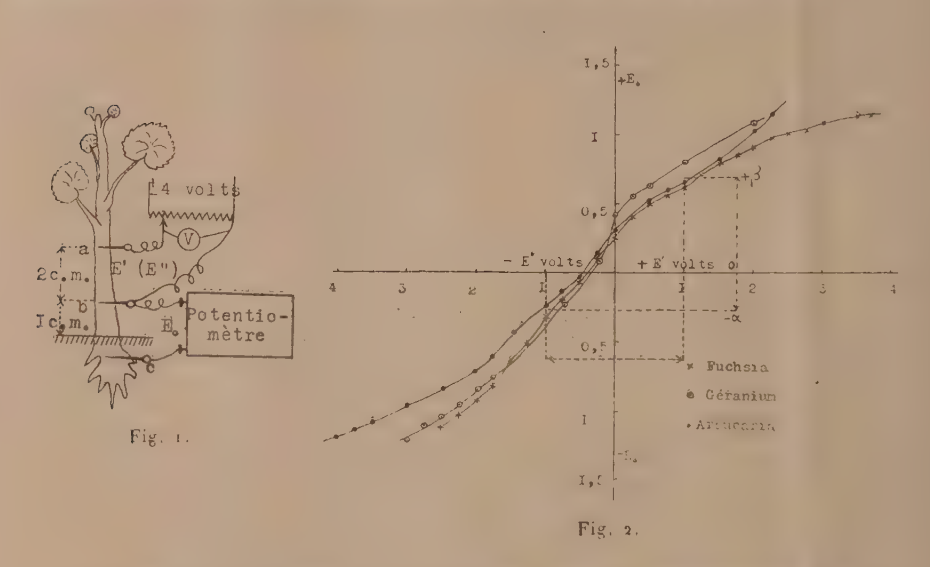


Fig. 1.

Fig. 2.

Le diagramme de la figure 2 contient quelques-uns des résultats obtenus. En abscisses sont portés les potentiels accélérateurs E′ (le + étant en haut de la tige, aiguille *a*) et les potentiels retardateurs E″ (l'aiguille *a* étant négative). La f. e. m. E_0 produite par l'ascension de la sève croît rapidement et peut atteindre et dépasser trois fois la valeur normale si l'on force le processus de filtration avec un champ accélérateur de 1 à 1,5 volt par centimètre. Au contraire en appliquant dans le point *a* un potentiel négatif E″, le débit ascendant de la sève diminue rapidement et devient nul pour un potentiel retardateur de 0,5 volt environ ; en augmentant davantage ce dernier, la f. e. m. E_0 change de signe c'est-à-dire que le courant de sève au lieu de monter dans la tige au contraire descend.

III. Bref *il est possible de faire monter ou descendre la sève dans ces plantes plus ou moins rapidement*, en appliquant une différence de potentiel sur

la tige, convenablement orientée, qui aide ou qui contrarie le processus d'osmose électrique produit par les déplacements du liquide à l'intérieur de vaisseaux capillaires. Dans d'autres expériences [1] j'ai séparé entièrement les deux circuits *ab* et *bc* (du potentiomètre et du champ accélérateur), mais le phénomène garde le même aspect.

En analysant le processus de plus près et en tenant compte du signe de la f. e. m. permanente E_0 ainsi que de celui du champ accélérateur E' on peut reconnaître que les parois internes celluloso-pectiques des vaisseaux capillaires, sont revêtues de charges électriques positives, alors que la couche liquide glissante transporte les charges négatives.

IV. Les courbes de la figure 2 ont un aspect singulièrement rapproché d'une caractéristique de détecteur. En effet, si la plante est attaquée entre les points *ab* (*fig.* 1), par un champ de haute fréquence d'amplitude 1, (± 1 sur l'abscisse de la figure 2); il en résulte sur l'ordonnée une variation de potentiel depuis $-\alpha$ à $+\beta$. Et l'amplitude négative $-O\alpha$ est de beaucoup inférieure à $+O\beta$. Par suite l'onde incidente produit une différence de potentiel statique entre la racine et la tige (cette dernière étant chargée positivement), de sorte que la plante fonctionne en détecteur. Cette particularité nous permet d'expliquer un ensemble de résultats que j'ai obtenus en faisant agir un champ puissant de haute fréquence sur quelques espèces végétales.

MÉDECINE. — *Fièvre exanthématique inapparente de l'homme provoquée par* Rhipicephalus sanguineus. *Sa virulence pour le singe et le cobaye.* Note de MM. **Jean Troisier** et **Roger Cattan**, transmise par M. Calmette.

Parmi les fièvres exanthématiques répandues dans diverses contrées du globe, il en est une, bien différenciée du typhus exanthématique transmis par le pou, qui est consécutive à l'inoculation d'un virus à l'homme par *Rhipicephalus sanguineus* du chien.

P. Durand et E. Conseil, les premiers, ont réussi à transmettre à l'homme cette fièvre exanthématique (fièvre boutonneuse) en lui inoculant le produit de broyage de quinze *Rhipicephalus* prélevés sur un chien vivant au contact d'un malade (mai 1930).

E. Brumpt confirmait cette découverte en inoculant à l'homme le pro-

[1] Qui seront exposées ailleurs.

duit de broyage de cent tiques provenant de la fourrière de Marseille (novembre 1930).

De même P. Durand, à Tunis, inoculait avec succès à l'homme et au Cynomolgus des *Rhipicephalus* n'ayant pas été en contact avec des sujets malades (avril 1931).

Nous avons repris récemment cette étude en partant de soixante *Rhipicéphalus sanguineus* adultes, mâles et femelles ([1]), prélevés sur un jeune chien la seconde semaine d'avril 1931, dans une campagne voisine de Saint-Tropez (Var); ce chien n'avait été en contact avec aucun sujet malade.

Ces soixante tiques ont été broyées aseptiquement, additionnées d'eau salée physiologique, légèrement centrifugées; la partie liquide a été seule employée pour les inoculations.

I. Un homme adulte, justiciable de la pyrétothérapie, est inoculé avec la presque totalité du liquide (22 avril).

Ce sujet reste apyrétique pendant les deux mois qui suivent l'injection et ne présente aucun phénomène morbide.

Néanmoins la réaction de Weil-Felix, négative antérieurement, ne tarde pas à se montrer positive (à 1/150 le 6 mai, à 1/250 le 11 mai, à 1/50 les 18 mai, 23 mai, 30 mai, 5 juin, 16 juin, et de nouveau à 1/250 le 30 juin.

II. Un singe (*Cercopithecus Patas*) est inoculé à son tour avec le sang du sujet précédent (10 cc. le 9 mai et 20 cc. le 11 mai).

Après une incubation de douze jours, avec baisse légère de la température, on observe une courbe fébrile pendant quatre jours, accompagnée de trois poussées de macules pourprées sur les lèvres et sur la paupière.

La réaction de Weil-Felix, négative antérieurement, est positive au 1/300 le 5 juin 1931.

Dans ces conditions on peut admettre que l'homme inoculé avec le broyage des *Rhipicephalus* a présenté une maladie inapparente, puisque son sang était virulent pour le singe inférieur.

Signalons expressément que non seulement le singe peut présenter de la fièvre, mais encore une éruption de taches pourprées sur le visage.

Cette fièvre exanthématique est également virulente pour le cobaye.

III. Un cobaye (n° 37) est inoculé les mêmes jours que le précédent Patas avec des doses moindres du sang (5^{cm^3} le 9 mai, et 5^{cm^3} le 11 mai) de l'homme injecté avec le broyage des tiques.

([1]) M. Roubaud a bien voulu nous préciser la détermination de ces tiques.

Ce cobaye présente une courbe thermique superposable à celle du Patas avec une poussée fébrile du 13e au 16e jour.

Par contre, on ne lui trouve aucune éruption.

IV. Un macaque (*Macacus cynomolgus* n° 171) est inoculé avec le sang du cobaye précédent (1$^{cm^3}$ prélevé le 4e jour de la fièvre).

Ce singe ne présente qu'une faible ondulation thermique, mais, par contre, on constate le 8e et le 12e jour deux macules pourprées typiques sur chacune des paupières.

L'une de ces taches, large de 2^{mm},5 environ, de pourtour irrégulier, incomplètement effacée par la pression, qui laisse une teinte ocre, est prélevée par biopsie.

L'examen histologique y décèle de l'endo- et de la périvascularite aiguë. (Infiltrats périvasculaires de polynucléaires, endothélite aboutissant à des thromboses de petites veinules).

La fièvre exanthématique transmise par *Rhipicephalus* est donc non seulement virulente pour le singe, mais également pour le cobaye, puisque le passage du sang du cobaye infecté et malade donne une maladie pourprée au *cynomolgus* avec lésions histologiques typiques, identiques aux lésions décrites chez l'homme par P. Durand.

Un autre argument nous a été fourni par l'analyse d'une courbe thermique d'un cobaye (n° 87), inoculé avec 1$^{cm^3}$ du liquide de broyage de nos soixante tiques (23 avril). Ce cobaye a présenté 16 jours après l'injection un clocher thermique sans lendemain.

La fièvre exanthématique liée à l'introduction dans l'organisme d'un virus transmis par *Rhipicephalus sanguineus* peut donc se présenter en clinique humaine comme une maladie inapparente.

On sait que le type des maladies inapparentes est le typhus exanthématique transmis par le pou (Ch. Nicolle). Notons toutefois que chez l'homme, la réaction de Weil-Felix, nettement positive, nous a permis de reconnaître cet état morbide, même sans fièvre, même sans éruption.

Nos expériences apportent également la preuve de la sensibilité de certains cobayes au virus de la fièvre exanthématique. Cette sensibilité permet encore de rapprocher, sur le terrain expérimental comme sur le terrain clinique, le typhus exanthématique de la fièvre exanthématique transmise par les tiques des chiens.

HYGIÈNE INDUSTRIELLE. — *La nocivité des brouillards mosans est due à des émanations industrielles.* Note [1] de M. **Félix Bertyn.**

M. Jules Amar [2], se basant sur des expériences de laboratoire, s'est efforcé de démontrer que le brouillard expliquerait à lui seul la mortalité effrayante constatée autour de Liége en décembre 1930.

Je ne crois pas pouvoir me rallier à cette thèse et je vais en donner les raisons.

I. Il règne fréquemment des brouillards intenses et prolongés dans les vallées ardennaises. Or la maladie, vulgairement dénommée asthme des brouillards, d'un de ses principaux caractères, n'a apparu que d'une manière très espacée et très irrégulière, savoir en 1897, 1902, 1911, 1930.

A ces moments (ce fut toujours en décembre ou en janvier) les cartes synoptiques du temps indiquaient des situations à brouillard. Le météore s'observait sur presque toute l'Europe. Mais la maladie et les décès restèrent circonscrits à un secteur limité de la vallée de la Meuse, compris entre Huy et Liége.

Il résulte de ces deux faits non seulement que le brouillard ne pourrait avoir qu'une influence locale, mais même que cette influence serait purement accidentelle.

La situation anticyclonique internationale a amené un refroidissement progressif et général de la basse atmosphère, dont le brouillard a été la conséquence.

Mais ce météore n'exige pas nécessairement, pour se former et se maintenir, la saturation complète de l'air. Le fait a été constaté à Londres et je l'ai vérifié en Belgique. Loin d'avoir marqué constamment 100, l'hygromètre est descendu souvent au-dessous de cette valeur.

L'eau, n'étant pas en excès dans l'air, ne pouvait l'être dans les poumons. L'évaporation était suffisante.

D'ailleurs il y a eu des cas de maladie dans des étables situées hors du brouillard. Parmi les patients les premiers atteints l'ont été le plus fortement et comme par surprise, et l'on a constaté une amélioration, lorsque le météore atteignait son maximum d'intensité.

---

(1) Séance du 22 juin 1931.

(2) *Hydrodiffusion et brouillards mortels* (*Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 174).

L'action nocive, directe, essentielle de ce dernier est donc exclue.

II. A quoi dès lors attribuer l'*asthme des brouillards?*

Je crois que le mal n'est pas d'origine microbienne, comme l'ont prétendu des vétérinaires et des agronomes, mais qu'il est dû aux émanations industrielles, gaz d'une part, fumées et poussières d'autre part.

Dans le secteur envisagé de la vallée de la Meuse, l'atmosphère semble irrespirable, elle dépose sur le linge étendu dans les vergers une poussière noire, grasse, collante, corrosive et des taches d'oxyde de fer; les expectorations des malades en étaient chargées. La culture est à peu près impossible.

D'autre part le brouillard avait une couleur jaunâtre. Il avait l'odeur de l'anhydride sulfureux, bien connue des habitants, ce gaz si avide d'eau et dont provenaient les symptômes, tels que picotements à la gorge, quintes de toux, sensations de brûlure intérieure.

L'anhydride sulfureux provient des usines qui fabriquent du zinc et de l'acide sulfurique à partir des blendes, des fours à coke, de la combustion de la houille. Celle-ci contient 1,7 pour 100 de soufre, dont on ne retrouve que 0,2 dans les cendres. On décèle l'anhydride sulfureux même aux environs de la forêt de Soignes où il n'y a pas d'usines. Mais, autour de celles-ci, des prises d'air faites jusqu'à la distance de 1^{km} renferment des quantités de sulfate appréciables, doubles de celles relevées dans les régions les plus saines. L'eau de pluie a une réaction acide et l'analyse du givre, ce résidu du brouillard, a révélé la présence d'acide sulfurique.

Si la mortalité ordinaire n'est pas plus élevée dans la vallée de la Meuse que dans les autres parties du royaume, la raison s'en trouve dans la prédominance des vents d'entre Sud-Ouest et Ouest qui soufflent avec force dans le sens du cours descendant du fleuve et dispersent les gaz et les poussières.

Mais ceux-ci, lorsqu'ils ne sont pas dispersés par les courants aériens, et c'est là pour moi le point capital, sont doublement nocifs, soit qu'à l'instar de l'arsenic, ils pénètrent dans le sang et les tissus, soit qu'ils irritent et enflamment les voies respiratoires jusqu'à faire naître de l'emphysème.

Je conclus que le mal n'est pas dû au brouillard, ni à une action microbienne, mais aux émanations industrielles, qui sont d'une part les gaz, parmi lesquels en ordre principal l'anhydride sulfureux, d'autre part les fumées et les poussières, concentrées dans les couches de l'atmosphère voisines du sol et les parties les plus encaissées de la vallée, comme à Engis, grâce au concours fâcheux, mais exceptionnel de trois circonstances météorologiques : abaissement de la température de l'air au-dessous de zéro, stagna-

tion d'un brouillard épais et prolongé, persistance d'une zone de calme dans l'atmosphère, dont la stabilité thermique s'observait jusqu'à mille mètres de hauteur.

La séance est levée à $15^h 50^m$. E. P.

ERRATA.

(Séance du 22 juin 1931.)

Note de M. *Gabeaud*, Sur la résistance de l'air aux vitesses balistiques :

Au lieu de Note de M. Gabeault, *lire* Note de M. Gabeaud.

Page 1631, ligne 7, *au lieu de* section V, *lire* section σ; ligne 18, *au lieu de* frontière N, *lire* frontière $\mathcal{N}$.

Page 1632, ligne 1, *au lieu de* et du front R, *lire* et du front $\mathcal{R}$.

Page 1633, ligne 16, *au lieu de* pour $V_0 = 64$, *lire* pour $V_0 = 640$.

(Séance du 29 juin 1931.)

Note de M. *Emm. de Margerie*, Les dernières feuilles de la Carte générale bathymétrique des Océans :

Page 1690, avant-dernière ligne du texte, *au lieu de* fournirait, *lire* fournissait.

Page 1691, ligne 8, *au lieu de* fouille, *lire* feuille; ligne 18, *au lieu de* la Terre, *lire* les Terres; ligne 23, *au lieu de* complète, *lire* complété; note (²), ligne 2, placer une virgule après le chiffre 4; ligne 4, *au lieu de Geographcatl*, *lire Geographical*.

Page 1692, ligne 8, *au lieu de* 150 à 125°, *lire* 15 à 125°; ligne 21, *au lieu de* utilisé, *lire* utilisés; dernière ligne du texte, *au lieu de* de Ellesmerre, *lire* d'Ellesmere.

Page 1693, ligne 20, *au lieu de* 1000^m, *lire* 3009^m.